

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
13 March 2003 (13.03.2003)

PCT

(10) International Publication Number
WO 03/021340 A2

(51) International Patent Classification⁷: **G02F 1/00**

(21) International Application Number: PCT/GB02/03935

(22) International Filing Date: 29 August 2002 (29.08.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
0121077.2 30 August 2001 (30.08.2001) GB

(71) Applicant (for all designated States except US): **CAMBRIDGE DISPLAY TECHNOLOGY LIMITED**
[GB/GB]; Greenwich House, Maddingley Rise, Maddingley Road, Cambridge, Cambridgeshire CB3 0TX (GB).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **SMITH, Euan, Christopher** [GB/GB]; Cambridge Display Technology Limited, Greenwich House, Maddingley Rise, Maddingley Road, Cambridge, Cambridgeshire CB3 0TX (GB).

GUNNER, Alec, Gordon [GB/GB]; Cambridge Display Technology Ltd., Greenwich House, Maddingley Rise, Maddingley Road, Cambridge, Cambridgeshire CB3 0TX (GB). **HALLS, Jonathan, J., M.** [GB/GB]; Cambridge Display Technology Limited, Greenwich House, Maddingley Rise, Maddingley Road, Cambridge, Cambridgeshire CB3 0TX (GB).

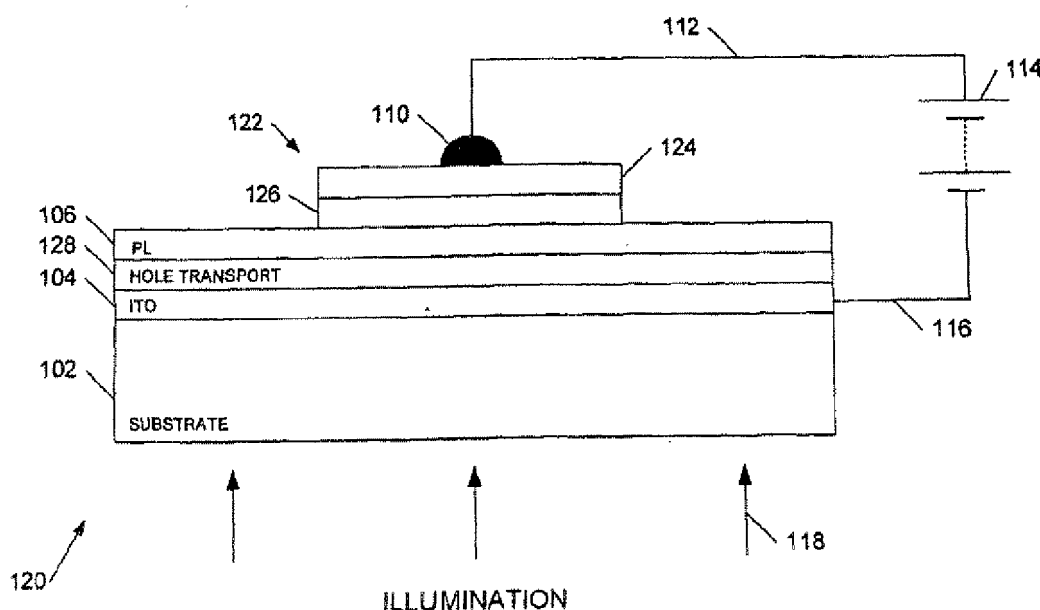
(74) Agent: **MARTIN, Philip, John**; Marks & Clerk, 57-60 Lincoln's Inn Fields, London WC2A 3LS (GB).

(81) Designated States (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

[Continued on next page]

(54) Title: OPTOELECTRONIC DISPLAYS



(57) Abstract: Apparatus and methods for providing displays based upon the principle of photoluminescence quenching are described. The invention includes a method of displaying information using photoluminescence quenching, the method comprising: providing an optoelectronic display comprising a photoluminescent material between a pair of electrodes; providing illumination for the photoluminescent material to cause the photoluminescent material to photoluminesce; and biasing the electrodes to at least partially quench said photoluminescence.

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2005-502086

(P2005-502086A)

(43) 公表日 平成17年1月20日(2005.1.20)

(51) Int. Cl.⁷

G09F 9/30

F1

G09F 9/30 360

テーマコード(参考)

5C094

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 108 頁)

(21) 出願番号 特願2003-525365 (P2003-525365)
 (86) (22) 出願日 平成14年8月29日(2002.8.29)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年2月27日(2004.2.27)
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2002/003935
 (87) 国際公開番号 WO2003/021340
 (87) 国際公開日 平成15年3月13日(2003.3.13)
 (31) 優先権主張番号 0121077.2
 (32) 優先日 平成13年8月30日(2001.8.30)
 (33) 優先権主張国 英国(GB)

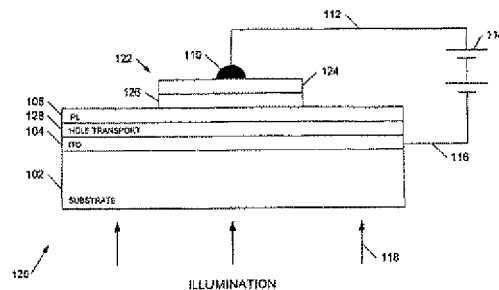
(71) 出願人 597063048
 ケンブリッジ ディスプレイ テクノロジ
 ー リミテッド
 イギリス・ケンブリッジシャー・CB3・
 OTX・ケンブリッジ・マディングリー・
 ロード・(番地なし)・マディングリー・
 ライズ・グリニッジ・ハウス
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100089037
 弁理士 渡邊 隆
 (74) 代理人 100101465
 弁理士 青山 正和
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 オプトエレクトロニックディスプレイ

(57) 【要約】

フォトルミネセンス消光の原理に基づいたディスプレイを提供するための装置および方法を開示する。本発明は、フォトルミネセンス消光を使用して、情報を表示する方法を含んでいる。この方法は、一対の電極の間のフォトルミネセント材料を備えたオプトエレクトロニックディスプレイを設け、前記フォトルミネセント材料にフォトルミネセンスを生じさせるために前記フォトルミネセント材料に対する照明光を供給し、前記フォトルミネセンスを少なくとも部分的に消光するために前記電極にバイアスを加えることからなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フォトルミネセンス消光を用いた情報表示方法であって、
一対の電極の間のフォトルミネセント材料を備えたオプトエレクトロニックディスプレイを設け、
前記フォトルミネセント材料にフォトルミネセンスを生じさせるために前記フォトルミネセント材料に対する照明光を供給し、
前記フォトルミネセンスを少なくとも部分的に消光するために前記電極にバイアスを加えることからなる情報表示方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の情報表示方法において、
前記フォトルミネセント材料を有機フォトルミネセント材料から構成することを特徴とする情報表示方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の情報表示方法において、
前記有機フォトルミネセント材料を半導体性のコンジュゲートされた有機ポリマーとすることを特徴とする情報表示方法。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の方法において、
前記一対の電極をカソードおよびアノードから構成し、該アノードがカソードより高い仕事関数を持つようにし、前記フォトルミネセント材料を前記一対の電極の間に挟み、前記アノードが前記カソードよりも負の側になるように逆方向バイアスを加えることで前記バイアスを加えることを特徴とする方法。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法において、
前記フォトルミネセント材料と前記アノードの間に正孔輸送材料をさらに設けることを特徴とする方法。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の方法において、
前記電極間の電流の順方向バイアスが加えられたときの導電性が、逆方向バイアスが加えられたときのものよりも大きくなるように前記オプトエレクトロニックディスプレイを設け、前記電極に逆方向バイアスを加えることで前記バイアスを加えることを特徴とする方法。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の方法において、
電極のうち少なくとも一つを少なくとも部分的に透明とし、前記少なくとも部分的に透明な電極を通して、前記フォトルミネセンス材料を表示させることを特徴とする方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法において、
前記少なくとも部分的に透明な電極を通して照明光を供給することを特徴とする方法。

【請求項 9】

請求項 1 から請求項 8 のいずれか 1 項に記載の方法において、
前記照明光を供給するために、周囲光を用いることを特徴とする方法。

【請求項 10】

請求項 7、8 又は 9 に記載の方法において、
前記オプトエレクトロニックディスプレイが、前記少なくとも部分的に透明な電極に対して前記フォトルミネセント材料の反対側に光吸収材料を有するようにし、前記フォトルミネセント材料を通して透過された前記照明光の一部を前記光吸収材料内で少なくとも部分的に吸収させることを特徴とする方法。

【請求項 11】

請求項10に記載の方法において、
前記電極の少なくとも一部を前記光吸収材料で形成することを特徴とする方法。

【請求項12】

請求項7に記載の方法において、
前記電極の両方を少なくとも部分的に透明にし、前記照明光を供給するためにバックライトを用いることを特徴とする方法。

【請求項13】

請求項1に記載の方法において、
前記オプトエレクトロニックディスプレイの前記フォトルミネセント材料を、2つの次元
内において、前記一対の電極の間に測られる第3の次元よりも広く延在させ、これにより
、ディスプレイ領域を形成し、該ディスプレイ領域に対して概ね垂直に伝播する光を用い
て前記フォトルミネセント材料を照明することを特徴とする方法。

10

【請求項14】

請求項1に記載の方法において、
前記オプトエレクトロニックディスプレイに、前記フォトルミネセント材料を取り付ける
基板を設け、前記基板を通して光を導波させることにより前記フォトルミネセント材料を
照明することを特徴とする方法。

【請求項15】

請求項14に記載の方法において、
前記フォトルミネセント材料を前記一対の電極の間に挟み、前記電極の一方を前記照明光
ならびに前記フォトルミネセンスに対して透明にし、前記電極の他方を少なくとも前記照
明光に対して反射性を有するようにし、前記オプトエレクトロニックディスプレイを前記
基板の前方表面を通して見るように構成し、前記フォトルミネセント材料を前記基板の後
方表面に取り付け、前記透明な電極を前記反射性の電極よりも前記前方表面に近づけて配
置し、前記基板の前記前方表面と前記反射性の電極との間の導波領域内を導波させること
で前記導波を行うことを特徴とする方法。

20

【請求項16】

請求項2に記載の方法において、
前記フォトルミネセンスが消光されたときに前記フォトルミネセント材料が概ね無色にな
るようにすることを特徴とする方法。

30

【請求項17】

請求項2に記載の方法において、
異なるフォトルミネセンスの色を有する材料の混合物から前記フォトルミネセント材料を
構成することを特徴とする方法。

【請求項18】

請求項17に記載の方法において、
前記材料の混合物に、概ね白色でフォトルミネセンス発光させることを特徴とする方法。

【請求項19】

請求項1に記載の方法において、
複数のフォトルミネセントディスプレイ素子を設け、それぞれの素子に、フォトルミネセ
ント材料が間に配置されている一対の付属の電極を設け、情報を表示するために、前記複
数の対になった電極の一つもしくは複数にバイアスを加えることを特徴とする方法。

40

【請求項20】

請求項19に記載の方法において、
2つもしくはそれよりも多くの色を使って情報を表示するために、異なる色でフォトルミ
ネセンス発光するフォトルミネセント材料から前記ディスプレイ素子を構成することを特
徴とする方法。

【請求項21】

請求項1に記載の方法において、
互いに隣接して配置された少なくとも2つの異なる色のピクセルを有するピクセル化され

50

たディスプレイから前記オプトエレクトロニックディスプレイを設け、このとき、前記異なる色でフォトルミネセンス発光する少なくとも2つの異なるフォトルミネセント材料からそれぞれ前記ピクセルを形成し、各ピクセルに付属の電極を設け、前記異なる色のピクセルの前記電極にバイアスを加えて、少なくとも部分的に、前記異なる色のフォトルミネセンスを消光して、多色のピクセル化されたディスプレイを実現することを特徴とする方法。

【請求項22】

請求項22に記載の方法において、
前記フォトルミネセント材料がエレクトロルミネセント材料でもあるようにし、前記フォトルミネセンスを少なくとも部分的に消光するために加える前記バイアスとは逆の極性で前記電極にバイアスを加え、前記フォトルミネセント材料にエレクトロルミネセンス発光を起させることを特徴とする方法。

10

【請求項23】

請求項1に記載の方法において、
前記フォトルミネセンス材料に集光して光を供給するための光学的構造体を前記オプトエレクトロニックディスプレイに設けることを特徴とする方法。

【請求項24】

請求項23に記載の方法において、
前記光学的構造体を複数のマイクロレンズから構成することを特徴とする方法。

【請求項25】

請求項1に記載の方法において、
前記電極に所定の電圧波形を加えることで前記バイアスを加えることを行い、前記フォトルミネセンスの消光を調整するために、前記波形のデューティサイクルを制御することを特徴とする方法。

20

【請求項26】

情報を表示するために一対の電極間にフォトルミネセント材料を備えたオプトエレクトロニックディスプレイの使用方法であって、フォトルミネセンスを誘発させるために前記フォトルミネセント材料を照明し、情報を表示するように前記フォトルミネセンスを消光するため前記電極に電圧を印加する使用方法。

【請求項27】

請求項26に記載の使用方法において、
前記ディスプレイをダイオードから構成し、前記印加する電圧が前記ダイオードに逆バイアスを加えることを特徴とする使用方法。

30

【請求項28】

請求項26または請求項27に記載の使用方法において、
周囲に光があるときには、前記ディスプレイにフォトルミネセンスを誘発させるのに、この周囲光だけを用いることを特徴とする使用方法。

【請求項29】

請求項26または請求項27に記載の使用方法において、
前記フォトルミネセンスを誘発させるのに専用の照明光源を用いることを特徴とする使用方法。

40

【請求項30】

情報を表示するために光を放射する発光ディスプレイを駆動するためのディスプレイドライバの使用方法であって、前記発光ディスプレイを一対の電極の間のフォトルミネセント材料から構成し、前記ディスプレイドライバによって、前記光の放射をオフに切り替えるために前記材料からのフォトルミネセンスを低減するよう前記電極に第1の極性の電圧を印加し、さらに、前記光の放射をオンに切り替えるために前記第1の極性のまま前記電極に電圧を低減して加えるか、もしくは概ね電圧をゼロにするディスプレイドライバの使用方法。

【請求項31】

50

請求項 26 又は請求項 30 に記載のディスプレイ又はディスプレイドライバの使用方法において、

前記フォトルミネセンスを制御するために、前記印加電圧のパルス幅変調を用いることを特徴とする使用方法。

【請求項 32】

フォトルミネセント装置を動作させる方法であって、有機フォトルミネセント材料の薄膜の形態とされた半導体層と、前記半導体層の第 1 表面に隣接する第 1 の電氣的な接続層と、前記半導体層の第 2 表面に隣接する第 2 電氣的な接続層とから該装置を構成し、前記装置を照明するとともに、前記第 2 の接続層が前記第 1 の接続層に対して負になるように前記第 1 の接続層と第 2 の接続層との間に前記半導体層を横切る電場を加え、これにより、10
光学的に励起されたエキシトンが該エキシトンの構成ホールならびに構成電子に分離し、前記フォトルミネセント薄膜の外に前記ホールと前記電子を導くことで前記薄膜からのフォトルミネセンスを抑制する方法。

【請求項 33】

請求項 32 に記載の方法において、
有機フォトルミネセント材料の前記薄膜を、正孔輸送層を介して前記第 2 の接続層に接続することを特徴とする方法。

【請求項 34】

請求項 32 または請求項 33 に記載の方法において、
前記フォトルミネセント材料が見えるように、前記第 1 および第 2 の接続層の少なくとも一方を少なくとも部分的に透明にすることを特徴とする方法。20

【請求項 35】

請求項 34 に記載の方法において、
前記少なくとも部分的に透明な電極を通して前記装置を照明することを特徴とする方法。

【請求項 36】

請求項 35 に記載の方法において、
周囲光を用いて前記装置を照明することを特徴とする方法。

【請求項 37】

請求項 34 に記載の方法において、
前記半導体層を含めた領域の中に光を案内することによって前記装置を照明することを特徴とする方法。30

【請求項 38】

請求項 37 に記載の方法において、
前記半導体層と、前記第 1 及び第 2 の接続層を基板の上に取り付け、前記領域を、前記第 1 及び第 2 の電氣的接続層のうち前記基板の前記前側表面から最も遠くに位置している方と前記基板の前側表面によって画成することを特徴とする方法。

【請求項 39】

請求項 32 から請求項 38 のいずれか 1 項に記載の方法において、
前記第 1 の接続層が前記第 2 の接続層よりも低い仕事関数を持つようにすることを特徴とする方法。40

【請求項 40】

請求項 32 から請求項 34 のいずれか 1 項に記載の方法において、
少なくとも一つのコンジュゲート・ポリマーから前記有機フォトルミネセント材料を形成することを特徴とする方法。

【請求項 41】

請求項 40 に記載の方法において、
前記材料がエレクトロルミネセント装置に適するよう、外来性の電荷密度が十分低い薄くて密なポリマー薄膜から有機材料の薄膜を形成することを特徴とする方法。

【請求項 42】

請求項 40 に記載の方法において、

前記フォトルミネセンスが略完全に抑制されるとき略無色であるように前記フォトルミネセンス材料を選択することを特徴とする方法。

【請求項 4 3】

有機フォトルミネセント材料からなる薄膜の形態とされた半導体層と、前記半導体層の第 1 の表面に隣接する第 1 の電氣的な接続層と、前記半導体層の第 2 の表面に隣接する第 2 の電氣的な接続層と、

前記材料からのフォトルミネセンスを誘発させるよう前記フォトルミネセント材料を照明するための光源とからなるオプトエレクトロニックディスプレイ装置。

【請求項 4 4】

フォトルミネセントディスプレイ装置を備え、該フォトルミネセントディスプレイ装置は、該装置に電圧が印加されていない状態での光学的な照明のもとで該ディスプレイがフォトルミネセンスを放射するディスプレイ・オン状態と、前記フォトルミネセンスが少なくとも部分的に消光されるディスプレイ・オフ状態とを有し、さらに、

装置ドライバ回路を備え、該装置ドライバ回路は、ディスプレイ信号を受け取るための入力部と、前記ディスプレイ装置を駆動するための出力部とを有し、前記ディスプレイ信号は、該ディスプレイがオンであるべきことを示すオン状態を有するとともに、該ディスプレイがオフであるべきことを示すオフ状態を有し、

前記フォトルミネセントディスプレイ装置は、

有機フォトルミネセント材料からなる薄膜の形態とされた半導体層と、前記半導体層の第 1 の表面に隣接する第 1 の電氣的な接続層と、前記半導体層の第 2 の表面に隣接する第 2 の電氣的な接続層とからなり、このとき、

前記装置ドライバ回路は、前記ディスプレイ信号が前記オフ状態を有していることに反応して、前記第 2 の接続層が前記第 1 の接続層に対して負になるように前記第 1 の接続層と第 2 の接続層との間に前記半導体層を横切る電場を加え、これにより、光学的に励起されたエキシトンとその構成ホールならびに構成電子に分離し、前記フォトルミネセント薄膜の外に前記ホールと電子を導くことで前記薄膜からのフォトルミネセンスを抑制するように構成され、前記ディスプレイ装置と装置ドライバとの組み合わせが主としてフォトルミネセンス消光により情報を表示するように動作する、

オプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 4 5】

請求項 4 3 又は請求項 4 4 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、前記有機フォトルミネセント材料の薄膜は、正孔輸送層を介して前記第 2 の接続層に接続されていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 4 6】

請求項 4 3 から請求項 4 5 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

前記有機フォトルミネセント材料は、少なくとも一つのコンジュゲート・ポリマーからなることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 4 7】

請求項 4 6 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

前記有機材料の薄膜は、薄くて密なポリマー薄膜からなり、前記半導体層の前記ポリマー薄膜は、外来性の荷電キャリアの濃度が十分低く、前記第 2 の接続層が前記第 1 の接続層に対して正になるように前記第 1 の接続層と第 2 の接続層との間に前記半導体層を横切る電場を加えると、前記半導体層内に荷電キャリアが注入され、前記半導体層から放射が放出されるように構成されていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 4 8】

請求項 4 6 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

前記フォトルミネセンス材料は、前記フォトルミネセンスが略完全に抑制されるとき略無色であるように選択されていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 4 9】

請求項 4 3 から請求項 4 8 のいずれか 1 項に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

前記第 1 および第 2 の接続層の少なくとも一方は、前記フォトルミネセント材料が見えるように、少なくとも部分的に透明とされていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 5 0】

請求項 4 9 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

前記少なくとも部分的に透明な電極を通して照明されるように構成されていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 5 1】

請求項 4 4 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

該ディスプレイのフォトルミネセンスは、前記ディスプレイ・オン状態と前記ディスプレイ・オフ状態との間で可変とされ、このとき、前記ディスプレイ信号が前記ディスプレイ信号のオン状態とオフ状態との間で可変とされ、さらにこのとき、前記第 1 の接続層と第 2 の接続層との間の平均的な電場を変更するために、前記装置ドライバ回路が前記可変なディスプレイ信号に応じて可変な波形電圧出力を供給し、これにより、該ディスプレイのフォトルミネセンスが変更されるように構成されていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 5 2】

請求項 4 4 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

前記装置ドライバ回路は、前記オン状態を有する前記ディスプレイ信号に反応して前記電場を低減するが逆にはしないようにさらに構成されていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 5 3】

請求項 4 4 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

前記フォトルミネセント材料を照明して、該材料からのフォトルミネセンスを誘発させるための光源をさらに備えていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 5 4】

請求項 4 3 又は請求項 5 3 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

前記第 1 の接続層と第 2 の接続層の両方が少なくとも部分的に透明とされ、該ディスプレイが正面から見られる場合に、前記光源が前記フォトルミネセント材料の薄膜の後に置かれていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 5 5】

請求項 4 3 又は請求項 5 3 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

前記フォトルミネセント材料を照明するために、内面反射を用いて前記光源から照明光を通すための領域を内部に有していることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 5 6】

有機フォトルミネセント材料からなる薄膜の形態とされた半導体層と、前記半導体層の第 1 の表面に隣接する第 1 の電氣的な接続層と、前記半導体層の第 2 の表面に隣接する第 2

の電氣的な接続層と、
前記フォトルミネセント材料を照らすために内部反射を用いて光源からの照明光を通すための部分とからなるオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 5 7】

請求項 5 5 又は請求項 5 6 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

前記半導体層と、前記第 1 及び第 2 の電氣的な接続層は、基板の上に設けられ、前記照明光を通す部分は、前記基板を含んでいることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 5 8】

請求項 5 7 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、

10

20

30

40

50

前記光源からの照明光は、前記第1及び第2の電氣的接続層のうち前記基板の前側表面から最も遠くに位置している方と前記基板の前側表面の間に略閉じ込められていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項59】

請求項57に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、
前記照明光は、前記基板の前側表面の内側における内面全反射により内部で反射されるように構成されていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項60】

有機フォトルミネセント材料からなる薄膜の形態とされた半導体層と、前記半導体層の第1の表面に隣接する第1の電氣的な接続層と、前記半導体層の第2の表面に隣接する第2の電氣的な接続層と、
前記半導体層、前記第1の接続層、及び前記第2の接続層を保持する基板と、
前記フォトルミネセント材料からディスプレイを見る人まで、光を集めて届けるための前記基板上の光学的構造体とからなるオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項61】

請求項60に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、
前記光学的構造体は、複数のマイクロレンズからなることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項62】

ピクセル化されたオプトエレクトロニックディスプレイであって、該ディスプレイのピクセルにそれぞれ対応させられた複数のフォトルミネセントディスプレイ装置からなり、前記フォトルミネセントディスプレイ装置は、該装置をアドレス指定するための一対の電極と、該ディスプレイを制御するように前記電極を駆動するための装置ドライバ回路とを有し、該ディスプレイの前記ピクセルは、前記電極を横切るバイアスがゼロの条件下で常時オンのフォトルミネセンス放射状態を有し、前記ディスプレイドライバ回路は、前記ディスプレイのうち選択されたピクセルからのフォトルミネセント放射を抑制するためにバイアス電圧を印加して、これにより情報を表示するように構成されているピクセル化されたオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項63】

請求項62に記載のピクセル化されたオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、
前記フォトルミネセントディスプレイ装置は、有機フォトルミネセントダイオードからなり、前記バイアス電圧により前記ダイオードに逆バイアスが加わって、これにより前記フォトルミネセント放射が抑制されるように構成されていることを特徴とするピクセル化されたオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項64】

請求項62又は請求項63に記載のピクセル化されたオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、
前記バイアス電圧は可変とされ、これにより前記フォトルミネセント放射が可変に抑制されるように構成されていることを特徴とするピクセル化されたオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項65】

請求項62から請求項64のいずれか1項に記載のピクセル化されたオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、
複数の異なる色を有したフォトルミネセント装置を備え、これにより、該ディスプレイの異なるピクセルが異なる色を表示できるように設けられていることを特徴とするピクセル化されたオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項66】

請求項62から請求項65のいずれか1項に記載のピクセル化されたオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、
前記印加されるバイアス電圧は、可変のデューティサイクル波形を有し、前記装置ドライ

10

20

30

40

50

バ回路には、前記ピクセルの相対的な明るさを制御するためのディスプレイデータ入力があり、前記装置ドライバ回路は、さらに少なくとも一つの可変なデューティサイクル波形発生器を備え、該発生器が前記ディスプレイデータ入力に反応し、これにより前記ピクセルに加えられる前記バイアス電圧波形のデューティサイクルが変更されるように構成されていることを特徴とするピクセル化されたオプトエレクトロニクディスプレイ。

【請求項 6 7】

請求項 4 4、請求項 5 1、請求項 5 2、又は請求項 6 2 から請求項 6 6 のいずれか 1 項に記載されたオプトエレクトロニク装置ドライバ回路。

【請求項 6 8】

消光されるフォトルミネセンスの原理で動作するオプトエレクトロニクディスプレイであって、

第 1 の電極と、

第 2 の電極と、

前記第 1 の電極と第 2 の電極との間に配置された目視可能なディスプレイ素子とを備え、該ディスプレイ素子がフォトルミネセント材料を含み、

該フォトルミネセント材料からのフォトルミネセンスを、前記第 1 の電極と第 2 の電極との間に電圧を印加することで少なくとも部分的に消光し、これにより、フォトルミネセント放射状態から放射率低減状態へとはっきり変化させて画像ディスプレイを実現するように構成されているオプトエレクトロニクディスプレイ。

【請求項 6 9】

請求項 6 8 に記載のオプトエレクトロニクディスプレイにおいて、

前記放射率低減状態は、前記フォトルミネセント放射状態と比較すると、前記フォトルミネセント材料からの可視のフォトルミネセント放射率が略ゼロとなる状態であることを特徴とするオプトエレクトロニクディスプレイ。

【請求項 7 0】

請求項 6 8 又は請求項 6 9 に記載のオプトエレクトロニクディスプレイにおいて、

前記フォトルミネセント材料は、前記放射率低減状態のときに、見た目に略無色とされていることを特徴とするオプトエレクトロニクディスプレイ。

【請求項 7 1】

請求項 7 0 に記載のオプトエレクトロニクディスプレイにおいて、

前記目視可能なディスプレイ素子を複数個、ならびに、これに対応して前記第 1 及び第 2 の電極の少なくともいずれか一方を複数個備えており、

前記目視可能なディスプレイ素子の第 1 の部分セットが、前記フォトルミネセント放射状態にあるときに第 1 の色を有する第 1 のフォトルミネセント材料を備え、

前記目視可能なディスプレイ素子の第 2 の部分セットが、前記フォトルミネセント放射状態にあるときに第 2 の色を有する第 2 のフォトルミネセント材料を備え、

前記第 1 の部分セットに属する前記目視可能なディスプレイ素子が、前記第 2 の部分セットに属する前記目視可能なディスプレイ素子の近くに配置され、これにより、可変なカラーディスプレイの効果が生み出されるように構成されていることを特徴とするオプトエレクトロニクディスプレイ。

【請求項 7 2】

請求項 7 1 に記載のオプトエレクトロニクディスプレイにおいて、

前記目視可能なディスプレイ素子の第 1 の部分セットが、第 3 の色を有する第 3 のフォトルミネセント材料を備え、

前記第 3 の部分セットに属する前記目視可能なディスプレイ素子が、前記第 2 の部分セットに属する前記目視可能なディスプレイ素子の近くに配置されていることを特徴とするオプトエレクトロニクディスプレイ。

【請求項 7 3】

請求項 6 8 又は請求項 6 9 に記載のオプトエレクトロニクディスプレイにおいて、

前記第 1 の電極と前記第 2 の電極の一方が少なくとも部分的に見た目に透明とされている

10

20

30

40

50

ことを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 7 4】

請求項 7 3 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、
前記第 1 の電極と前記第 2 の電極の両方が少なくとも部分的に見た目に透明とされている
ことを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 7 5】

請求項 6 8 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、
前記第 2 の電極は、該ディスプレイの正の電極とされ、前記第 1 の電極は、該ディスプレ
イの負の電極とされ、

前記第 1 の電極、第 2 の電極、及び上記フォトルミネセント材料は、前記第 1 の電極が前
記第 2 の電極に対して正とされているときに、前記電極間の導電性がより大きくなるよう
に選ばれていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

10

【請求項 7 6】

請求項 6 8 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、
前記第 1 の電極に接続される第 1 のワイヤと、前記第 2 の電極に接続される第 2 のワイヤ
とを備え、

前記フォトルミネセント材料が照明されるときにフォトルミネセンス性とされるとともに
、前記第 1 の電極が前記第 2 の電極に対して負とされるときに該フォトルミネセンスが少
なくとも部分的に消光され、

さらに、前記ディスプレイ素子をオフにするために前記第 2 のワイヤが前記第 1 のワイヤ
に対して正であるべきこと指示するよう、前記第 1 のワイヤと前記第 2 のワイヤの少なく
とも一方がマークされることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

20

【請求項 7 7】

請求項 6 8 に記載のオプトエレクトロニックディスプレイにおいて、
前記ディスプレイ素子をオフにするために前記第 2 のワイヤが前記第 1 のワイヤに対して
正となるべき命令を備えていることを特徴とするオプトエレクトロニックディスプレイ。

【請求項 7 8】

オプトエレクトロニックディスプレイ装置と命令との組み合わせであって、
ディスプレイ装置は、有機フォトルミネセント材料からなる薄膜の形態とされた半導体層
と、前記半導体層の第 1 の表面に隣接する第 1 の電氣的な接続層と、前記半導体層の第 2
の表面に隣接する第 2 の電氣的な接続層とからなり、

30

前記命令は、前記第 2 の接続層が前記第 1 の接続層に対して負になるように前記第 1 の接
続層と第 2 の接続層との間に前記半導体層を横切る電場を加え、これにより、前記フォ
トルミネセント薄膜からのフォトルミネセンスを抑制するための指示からなる組み合わせ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ディスプレイおよびディスプレイドライバ一般に係り、より具体的には、フ
ォトルミネセンス消光の原理に基づくディスプレイを提供するための装置および方法に関
する。

40

【背景技術】

【0002】

白熱灯や発光ダイオードから液晶ならびにプラズマディスプレイ、さらには陰極線管に至
るまで、幅広い分野のオプトエレクトロニックディスプレイが知られている。特に重要な
類のディスプレイは、ピクセル化されたディスプレイであるが、低消費電力の場合には、
普通選ぶ技術は液晶ディスプレイ（LCD）である。既知の LCD ディスプレイは、例え
ばバックライトを使用した透過型モードか、例えば日中の光を当てる反射型モードか、さ
らには、ピクセルが反射型と透過型の素子の両方を有するような反射透過型モードで動作
する。しかしながら、人気の高さととは裏腹に、LCD ディスプレイは、何年も研究されて
きたにもかかわらず依然として完全には解決されていない多くの問題に悩まされて

50

いる。例えば、LCDディスプレイは、概してスイッチング時間がミリ秒台とやや遅めで、しかも視角が比較的制限されている。また、LCDディスプレイは、所定の視角におけるディスプレイ反転といったような視覚アーティファクトをきたし、放射型ディスプレイ技術と比べて、比較的見た目に迫力に欠ける感じである。しかも、LCDディスプレイは、透過光であれ反射光であれ、いずれも光を遮蔽することで動作するパッシブ型のディスプレイであるので、ディスプレイに効率の上限が存在し、その上限がカラーフィルタの必要性によりカラーディスプレイ内で低減されている。

【0003】

放射型ディスプレイ技術は、上述の多くの問題を解決し、広い視角を与えることができるとともに、視覚アーティファクトを抑えながら明るくカラフルで魅力的なディスプレイを提供することができる。既知の放射型ディスプレイ技術には、陰極線管、プラズマディスプレイパネル、薄膜エレクトロルミネッセンスディスプレイおよび有機発光ダイオード(OLED)があるが、ただし、放射型ディスプレイに関する一般的な問題は、その比較的高い電力消費にあり、この高い消費電力が放射型ディスプレイを多くの用途、それも特に携帯用途に適さないものになっている。

10

【0004】

そのため、従来のディスプレイを改善して、上記の問題、特に電力消費と視認性ないし見易さの問題に取り組むことが一般に求められている。

【0005】

有機発光ダイオード(OLED)は、より良く知られたディスプレイ技術と比較して多くの利点をもたらす。その中には、ディスプレイ用の新素材を設計する際の柔軟性や製造の容易さが含まれる。有機LEDは、この10年程の間に知られるようになったもので、コンジュゲートされたポリマーかあるいはもっと小さな分子かのいずれかをベースにできるが、概して言えば、これらのどちらの材料に基づいた装置も主な特徴は類似している。

20

【0006】

通常、有機LEDは基板を備えており、この基板の上に一連の層が堆積され、その層の中に、陽極と陰極に用いられる一対の電極層と、そしてこれらの層の間の電界発光する有機材料の層とが含まれている。必要に応じて、アノード(陽極)と電界発光層の間にホール輸送層が挿入され、及び/又は、電界発光層とカソード(陰極)の間に電子輸送層が挿入される。一般に、無機LEDに用いられたヘテロ構造が有機LEDに適応することも可能である。

30

【0007】

重合体(ポリマー)ベースの装置の場合には、電界発光層にPPV(poly(p-phenylenevinylene))といった材料を用いることができ、その一方で、比較的小さな分子の装置の場合には、この層は、アルミニウム3キノリン(aluminium trisquinoline)といった材料を含むことができる。ホール輸送層は、重合体(ポリマー)ベースの装置においてはPEDOT(ドーパされたポリエチレンジオキシチオフェン(doped polyethylene dioxythiophene))を含有することができ、より小さな分子ベースの装置においてはトリアリルアミン(triarylamines)を含有することができる。もっと小さな分子を用いた装置では、電子輸送層はオキサジアゾール(oxadiazoles)を含有することができる。一般に、重合体(ポリマー)の装置には電子輸送層はない。アノードは、カソードより高い仕事関数を持つのが普通で、通常は透明であり、電界発光層から漏れてくる光を通すことができる。このアノードには、ITO(インジウム酸化スズ)がよく用いられる。

40

【0008】

有機LEDは、LCDよりはるかに速く、通常1 μ secより短い間に切り替わる。有機化学は柔軟で適応性があるので、無機のLEDに比べて、例えば、有機材料の半導体バンドギャップが調整できるように有機LED用の新しい活性材料を合成することは比較的簡単である。ポリマーLEDのさらなる利点は、例えばスピコーティングを用いて室温で活性層を堆積させることができるために、製造が比較的簡単であるという点である。また、有機LEDは、可撓性のある基板上に形成することができ、単に電極のうちの一方をピ

50

クセル化するだけでパターンを形成できる。

【0009】

有機LEDベースの装置のその他の詳細は、国際公開第90/13148号パンフレット（特許文献1）、国際公開第98/59529号パンフレット（特許文献2）、国際公開第99/48160号パンフレット（特許文献3）、国際公開第95/06400号パンフレット（特許文献4）、英国特許出願公開第2,312,326号明細書（特許文献5）および米国特許第5,965,901号明細書（特許文献6）を参照されたい。これら全ては、本願と同じ出願人によるもので、その全てが参照により本願に組み込まれるものとする。

【0010】

従来ディスプレイ技術に対して有機LEDによってかなりの利点をもたらされるにもかかわらず、寿命がさらに長い、電力消費がさらに低いディスプレイ装置に対する要求が依然として存在している。

【0011】

本発明は、有機発光ダイオードに関して行なわれた研究に由来するものであるが、オプトエレクトロニックディスプレイの分野における全く新しい原理に基づいている。特に、本出願人は、有機発光ダイオードに通常使用されるエレクトロルミネセンス性の材料（エレクトロルミネセント材料）が、通常フォトルミネセンス的でもあることを認識するとともに、適切な構造に組み込まれると、このフォトルミネセンスが、フォトルミネセント材料に電場を加えることにより減衰させられるかもしくは消失させられる可能性のあることを認識するに至った。適した構造は、従来のOLED構造を有している。また、フォトルミネセンスを消光させるのに必要な電場は、単にOLEDデバイスに逆バイアスを加えることにより、フォトルミネセンス性（もしくはエレクトロルミネセンス性）の材料に加えることができる。ただし、このフォトルミネセンス消光（クエンチング）効果は、通常の場合で観察するのが難しい。また、本出願人は、情報を表示させるのにフォトルミネセンスを消光させることを用いるという考え方が、基本的には有機LEDに用いられる装置の構造や材料に制限されることなく、むしろ無機LEDに用いられる装置の構造や材料にも応用することができることを認識するに至った。

【0012】

国際公開第98/41065号パンフレット（特許文献7）は、ポリマーの境界面から赤色の光を放射させるか、あるいはポリマーのバルクから緑色の光を放射させるかで駆動電圧の極性のどちらを印加するかについて開示している。しかしながら、いずれの場合においても、発光する半導体は、順方向バイアスがかけられる（装置は事実上2つ立て続けに連なったダイオードを備えている）。米国特許第6,201,520号明細書（特許文献8）は、逆バイアスを印加することを利用して、ピクセル化されたOLEDディスプレイ内の非選択の画素（ピクセル）がクロストークを起こさないようにし、仮に逆バイアスを印加しなければ、非選択のピクセルの（電氣的な）半励起状態によってこのようなクロストークが引き起こされる可能性のあることを開示している。米国特許第5,965,901号明細書（特許文献6）は、有機発光ポリマー装置の装置寿命を改善するためのパルス駆動方式を用いることについて記載している。このパルス駆動方式では、正のパルスが負の（逆バイアスの）パルスによって分け隔てられている。U. Lemmer et. al., Synthetic Metals, 67 (1994) 169-172（非特許文献1）は、ITO/PPV/A1構造におけるフォトルミネセンス消光の実験的観察について述べている。しかしながら、これら従来技術文献のどれも、フォトルミネセンス消光原理に基づいたディスプレイ、あるいはディスプレイを提供するためにフォトルミネセンス消光を用いることについては開示していない。

【特許文献1】

国際公開第90/13148号パンフレット

【特許文献2】

国際公開第98/59529号パンフレット

10

20

30

40

50

【特許文献3】

国際公開第99/48160号パンフレット

【特許文献4】

国際公開第95/06400号パンフレット

【特許文献5】

英国特許出願公開第2,312,326号明細書

【特許文献6】

米国特許第5,965,901号明細書

【特許文献7】

国際公開第98/41065号パンフレット

【特許文献8】

米国特許第6,201,520号明細書

【非特許文献1】

U. Lemmer et. al., Synthetic Metals, 67 (1994) 169-172

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の第一の態様によれば、上記の理由から、フォトルミネセンス消光により情報を表示する方法を提供し、この方法は、フォトルミネセント材料を一对の電極間に備えたオプトエレクトロニックディスプレイを設け；このフォトルミネセント材料を照明してフォトルミネセント材料にフォトルミネセンスを生じさせ；電極にバイアスをかけて少なくとも部分的に上記フォトルミネセンスを消光させることからなる。

【0014】

フォトルミネセンスを用いて情報を表示することで、反射型ならびに透過型LCDディスプレイの低消費電力と放射ディスプレイ技術の耐久性の長所とが組み合わせられる。上記の方法は、フォトルミネセンスの制御ないし調整に依存するので、放射型の技術に最も上手く分類され、斯かる技術に付随した利点、すなわち、明るく飽和した色彩とランベルト型の放射プロファイル（この分布は、角度範囲にわたって概ね一定の出力強度とされており、このことが広い視角を得るのに役立つ）を得ることができる。その反面、フォトルミネセンスの消光には僅かな電流しか要らないので、情報を表示する当該方法によって消費される電力は、かなり低くすることができる。

【0015】

照明源は必要であるが、この照明は昼間の光のような周囲の照明によって得られるものでもかまわない。そして、本方法によれば、このようにして明るい状態での良好なディスプレイ視認性というさらなる利点を得られる。これとは別に、オプトエレクトロニックディスプレイ付属の光源が照明に用いられる場合には、高い効率が得られるようにこの光源自身を選択すればよい。どちらの場合でも、多くの材料に関して、フォトルミネセンスの効率は、エレクトロルミネセンスの効率に比べて遥かに高く、エレクトロルミネセンスの場合の5%に比べ、その値は通常80%よりも大きい。フォトルミネセント材料のための照明は、例えば青色といった可視光でもよいし、または目に見えない紫外光でもよいが、フォトルミネセンス波長以下の波長を持つものでなければならない。したがって、緑の照明は例えば、黄色か赤色のディスプレイには適している。

【0016】

さらなる長所は、少なくとも有機フォトルミネセント材料に関する限り、装置寿命が延びる可能性があるという点である。従来の電界発光型OLEDディスプレイ（エレクトロルミネセントOLEDディスプレイ）では、エレクトロマイグレーションが有機EL発光体の劣化を最終的に決める重要な要因となる。本願の方法において対照的なのは、フォトルミネセンスを消光するために有機フォトルミネセント材料にバイアスが印加される場合、流れる電流が遥かに少なく、上記の劣化のメカニズムがあまり大した意味を持たなくなることである。このことからさらに、フォトルミネセンスを消光することによって情報を表

10

20

30

40

50

示するのに従来の電界発光型のディスプレイで利用できるよりも多くの材料を利用できるようになるが、これは、順方向バイアス下では比較的短い寿命を持ち得るような材料でも、フォトルミネセンスを消光するためにバイアスが加えられる場合には、許容できる長い寿命をまだ示し得るからである。

【0017】

本方法は、どのようなフォトルミネセント材料によっても、つまり、有機材料（分子が大きいものかないし小さいもの）、有機金属材料、あるいは、ガリウムヒ素やその他のIII-VないしII-VI族材料といった無機材料のどれによっても利用することができる。もっとも、有機材料が用いられるときには、材料合成と装置製造に関するOLED技術の上述の利点をさらに用いることができる。

10

【0018】

本方法の好ましい実施形態において、オプトエレクトロニックディスプレイは、薄膜トランジスタ（TFT）駆動ディスプレイないしDC駆動ディスプレイといったアクティブマトリックスディスプレイとされている。TFT駆動ディスプレイを用いると、インターフェースが簡潔となり、さらには、フォトルミネセンスを消光のスイッチオフが極めて速いことから、ディスプレイの優れたコントラストを実現するのに有用である。

【0019】

好ましくは、フォトルミネセント材料は、小分子ないし半導体性のコンジュゲートされた有機ポリマーといった有機フォトルミネセント材料を含んでいる。

【0020】

フッ素基有機材料は、フォトルミネセンス効率が高いので特に好ましい。

20

【0021】

好ましい実施形態では、一對の電極は、カソードおよびアノードからなり、カソードは、アノードより低い仕事関数を有している。アノードは、ITOから形成するか、あるいは金または銀のような金属から形成することができ、カソードは、アルミニウム、カルシウムまたはリチウムのような金属から形成することができる。こうして上記装置は、好適に逆バイアスが印加され、その結果、アノードの方がカソードよりも負の側になる。このように逆方向にバイアスが加えられるとき、その消費電力は、光励起されたホールと電子を、フォトルミネセンスを消光するように引き離すのに必要な電力そこそこのものであろう。好ましい変形例では、オプトエレクトロニックディスプレイは、フォトルミネセンス消光効率を増加させるために、フォトルミネセント材料とアノードとの間にホール輸送材料をさらに備えている。

30

【0022】

好ましくは、電極のうち少なくとも一つは、少なくとも部分的に透明とされている。というのも、これにより、装置の構成が簡潔になって、比較的大きなディスプレイ表面面積が得られるようになるためである。もっとも、側方放射する実施形態も可能である。フォトルミネセント材料は直に照明することもできるが、少なくとも一方の電極が少なくとも部分的に透明であれば、この電極をフォトルミネセント材料を照明するために用いることもできる。電極は、フォトルミネセント材料の全表面を覆う必要はないし、また電極のうちの一方は、装置の一点もしくは一部領域に限定されていてもよいのだが、ただしこのときには、アノードとカソードが重なり合うところでしかフォトルミネセンス消光は起きないことになる。

40

【0023】

本方法の一実施形態において、昼間の日光や室内照明といった周囲光ないしバックグラウンド光を照明に用いることができる。これとは異なり、バックライトもしくは好適にはフロントライトといった専用の光源によって照明を行ってもよい。本方法のさらに他の実施形態において、周囲ないし背景の照明のレベルに応じて、両方の形態の照明を用いることができ、及び／又は、専用の照明光源を用いることができる。バックライトまたはフロントライトを使用する場合、両方の電極が少なくとも部分的に透明であることが好ましい。もっともこれは、側方照明を行う場合には必要ではない。人工的に照明を行う場合には、

50

フォトルミネセンスを誘発させる波長で高い効率及び／又は高い出力が得られるように照明を設定することができる。幾つかの実施形態において、光吸収材料がオプトエレクトロニックディスプレイ内に組み込まれ、これにより、少なくとも部分的に照明が吸収されて、その結果、あらゆる上記照明の散乱された一部ないしバックグラウンドとフォトルミネセンスとの間のコントラストが増すようになっていてもよい。

【0024】

オプトエレクトロニックディスプレイが所定領域に渡って延在している場合には、例えば側方から、あるいは、装置の正面もしくは背面の一方の側から一方の側へと装置に光を当てることによって該ディスプレイ領域に対して概ね垂直になるように照明を行えばよい。なお、本方法の特に好ましい実施形態には、該装置が取り付けられる基板を通して光を導くことによってフォトルミネセント材料を照明することも含まれる。例えば、フォトルミネセンス層が概ね透明な電極と反射する電極との間に挟まれている場合には、照明光は、上記反射する電極と基板の前側（観測者に向けた側）の表面の間を導かれる。ここで、装置は上記基板の後側表面に取り付けられている。基板は、例えばガラスやプラスチックから形成することができる。照明光は、装置の一つもしくは複数の側面から導入することができる。

10

【0025】

導波された照明を用いることによって、導波領域内に照明を制限することができるという長所が得られ、その結果、観測者は、照明によるいかなる目立ったバックグラウンドもない状態でフォトルミネセンスを見ることになる。これは、ディスプレイのコントラストを向上させるのに有用である。照明には、フォトルミネセンス波長以下の波長を有する光（例えば500nmより短い、又は450nmより短い、又は400nmより短い、又は350nmより短い波長の光）が用いられることが好ましい。

20

【0026】

フォトルミネセント材料を照明するためにどのような形態の専用光源ないし人工照明を用いるにせよ、人間の目にあまり感じられないような色ないし波長の光を用いることによって、相対的なコントラストを改善することができることが理解されよう。それで、例えば人間の目の感度は450nm未満では急速に落ちるのであるが、故にこの領域にある波長ないしピーク波長で照明を行うことにより、フォトルミネセンスディスプレイにおけるあらゆるバックグラウンドないし散乱された照明光の影響も弱めることができる。

30

【0027】

本方法の一実施形態では、フォトルミネセンスが消光されたときに概ね無色になるようなフォトルミネセント材料が用いられる。実際にはフォトルミネセンスは完全に消光されるものではないかもしれないが、フォトルミネセンスが消光されるか又は無いときに概ね無色になる、あるいはなるであろう材料を用いることで、フォトルミネセント材料のもともとの固有色によるディスプレイへのどのような影響が低減される。したがって、例えばフォトルミネセント材料が濃く着色されると、フォトルミネセンスが低減されたりオフ状態にされたりするときに、色が着いていることが周囲光のもとで又は照明光のもとではっきり分かってしまう。これにより、「オン」のフォトルミネセンス状態と、「オフ」のフォトルミネセンス低減状態との間で、ディスプレイの外見の色が変化させられる可能性があるが、これが幾つかの応用に望ましくない場合がある。このため、少なくとも人間の目に大体元来無色であるようなフォトルミネセント材料を使用することが一般的に言って望ましい。

40

【0028】

一実施形態において、異なるフォトルミネセンス色を有する材料の混合物からなるフォトルミネセント材料が用いられる。これにより、純粋な単一の波長の放射に対応しないような「色」のディスプレイが可能となる。こうして、一実施形態において、概ね白い「色」でフォトルミネセンス発光する材料混合物を用いることができる。これは、例えばワードプロセッシングに有利な白黒ディスプレイに有用である。

【0029】

50

一実施形態において、本方法は、複数のフォトルミネセンスディスプレイ素子を用い、それぞれの素子は、フォトルミネセント材料が間に配置されている一対の付属の電極を有している。

こうして例えば、それぞれのディスプレイ素子に対して、個別のカソードとともに単一の共通アノードを用いるか又はx-yマトリクス型の電極を用いることができる。このような構成によってピクセル化されたディスプレイが可能となり、さらに、異なる色でフォトルミネセンス発光する2つ以上の異なるフォトルミネセント材料を用いる場合には、多色ディスプレイを得ることができる。例えば、ピクセル化されたOLED型のディスプレイ装置構造は、フォトルミネセンス消光型カラーディスプレイが得られるように逆バイアスをかけることができるとともに、照明可能である。必要であれば、と言うかその方が好ましいことであるが、各ピクセルは、それぞれ1個以上の付属のトランジスタ及び／又は1個以上のコンデンサを有し、これにより、一つのピクセルが、別のピクセルがアドレス指定されている間にフォトルミネセンス消光状態に維持できるようになっている。

【0030】

本方法の他の実施形態において、フォトルミネセント材料が電界発光もする場合には、オプトエレクトロニックディスプレイは、ディスプレイから放射される光を増加させるためにディスプレイが「オン状態」にあるとき、フォト／エレクトロルミネセンス材料に順方向バイアスを加えることによって事実上デュアル・モードで動作させることができる。ただし、この場合、電界発光寿命が十分長いフォトルミネセント材料を用いることが望ましい。

【0031】

一実施形態において、本方法はさらに、集光してフォトルミネセント材料に光を供給するための光学的構造を有するオプトエレクトロニックディスプレイを設けることからなる。これは、照明が周囲光照明によりなされる場合には特に有利である。上記光学的構造は、好適には、マイクロレンズアレイのような微細構造からなる。斯かる光学的微細構造では、レンズないしは特徴をなす大きさは、通常1mmより小さく、そして時として0.1mmより小さく、10μmより小さく、あるいは1μmさえ下回る。

【0032】

本発明の第二の態様において、情報を表示するために一対の電極間のフォトルミネセント材料からなるオプトエレクトロニックディスプレイを使用する方法が提供され、該方法は、フォトルミネセンスを誘発させるようフォトルミネセント材料を照明し、情報を表示させるためにフォトルミネセンスを消光するよう電極に電圧を印加することからなる。

【0033】

好ましくは、ディスプレイがダイオードからなり、印加される電圧によって該ダイオードに逆方向バイアスがかけられる。付加的な専用の照明が無ければ、周囲光だけをフォトルミネセント材料を照らすために用いればよいし、あるいは、専用の照明光源をフォトルミネセンスを誘発させるために用いてもよいし、あるいは、これらの照明方法の一方もしくは他方を例えば周囲光のレベルに応じて選択してもよい。

【0034】

関連した態様において、本発明は、情報を表示するために発光ディスプレイを駆動するためのディスプレイドライバを使用する方法を提供し、該発光ディスプレイは、一対の電極間のフォトルミネセント材料からなり、上記ディスプレイドライバは、上記材料からのフォトルミネセンスを低減して光の放射をオフに切り替えるために上記電極に第1の極性の電圧を印加し、光の放射をオンに切り替えるために上記電極に上記第1の極性のまま低減させた電圧を印加するかもしくは略電圧をゼロにする。

【0035】

電圧は、フォトルミネセンスを減少させるか概ね消光するように印加すればよい。用途によっては、強く放射する「オン」状態と比較したときに光の放射が「オフ」に切り替えられるだけでよく、ディスプレイの発光をオフに切り替えるということが、必ずしもフォトルミネセンス放射をゼロになるまで減らすことを意味するわけではないことが理解されよ

う。

【0036】

上記の使用方法により、さらに、フォトルミネセンスを制御するために印加電圧のパルス幅ないしデューティサイクルが変調されるか変更される。こうして、印加される逆バイアス電圧をパルス幅変調することができ、これにより、フォトルミネセンスを消光する程度を調節可能にする効果が得られる。斯かる構成において、印加電圧は、調整可能なマーク対スペース比を持つパルス列を供給するために第1のレベル（高さ）と第2のレベル（高さ）の間で切り替えられる。上記第1の電圧レベルは、概ねゼロ印加電圧に対応させることができ、上記第2の電圧レベルは、例えばフォトルミネセンスを減少させるか概ね消光させるための逆バイアスに対応させることができる。

10

【0037】

電圧は、これらの2つのレベル間において、人間の目には切り換えが分からないような割合で切り替えられるが、それでも作用としては、パルス列のマーク対スペース比に応じてフォトルミネセンス消光の度合いが明確に変化させられるような割合で切り替えられる。切り替え周期は、25 Hzもしくはそれより大きい、好ましくは60又は100 Hzもしくはそれより大きければ十分である。ここで、「スペース」は略消光されたフォトルミネセンスに対応し、「マーク」は略完全にオンになったディスプレイに対応し、マーク対スペース比が50%であると、ディスプレイが半分オンになり、このマーク対スペース比を100%から0%の間で変更することにより、ディスプレイは完全にオンから完全にオフの間で変更され得る。このようにして、グレーレベルのディスプレイを得ることができる。

20

【0038】

他の態様において、本発明は、フォトルミネセント装置（フォトルミネセントデバイス）を動作させる方法を提供し、該装置は、有機フォトルミネセント材料の薄膜の形態とされた半導体層と、上記半導体層の第1表面に隣接する第1の電気的な接続層と、上記半導体層の第2表面に隣接する第2電気的な接続層とからなり、該方法は、上記装置を照明するとともに、上記第2の接続層が上記第1の接続層に対して負になるように上記第1の接続層と第2の接続層との間に上記半導体層を横切る電場を加え、これにより、光学的に励起されたエキシトンとその構成ホールならびに構成電子に分離し、上記フォトルミネセント薄膜の外に上記ホールと電子を導くことで上記薄膜からのフォトルミネセンスを抑制することからなる。

30

【0039】

光学的に励起されたエキシトン（励起子）をフォトルミネセンス薄膜の外に導くことによって、ホールと電子との再結合が抑制され、これによりフォトルミネセンスが弱められる。有機フォトルミネセント材料がコンジュゲートされたポリマーからなる場合には、半導体バンドギャップは、通常1 eVから3.5 eVの範囲にある。

【0040】

上述したように、本方法により、さらに、上記第1の接続層と第2の接続層との間に光を導くことにより上記装置を照明することもできる。好ましくは、装置は、側面（すなわちディスプレイ面に略垂直）から照明され、特に基板内を光が導かれることが好ましい。ここで、この基板は、照明とフォトルミネセンスの波長では透過可能とされている。照明は、所望のフォトルミネセンスよりも短い波長で行わなければならないので、フォトルミネセンスの色の範囲を作り出しやすくするために、照明がスペクトルの青色端の方に近いことが好ましい。紫外線照明を用いることもできる。斯かる照明は目に見えないという利点があるが、ただし紫外線照明光源は、コスト、効率および安全性に関して欠点を有している。通例、照明源は、コスト及び電力消費及び所望のフォトルミネセンス放射波長によって選択することができる。

40

【0041】

好ましくは、第1の接続層は、第2の接続層より低い仕事関数を有しており、その結果、相対的に言って、第1の接続層はより優れた電子注入材料であり、第2接続層はより優れ

50

たホール注入材料（順バイアス下）とされている。これにより、フォトルミネセンスを低減ないし消滅させるために装置に逆バイアスが加えられたときには、フォトルミネセント層から荷電キャリアが取り除かれやすくなる。

【0042】

好ましい実施形態では、有機材料の薄膜は、薄くて密なポリマー薄膜からなる。すなわち、ポリマー薄膜は繊維性でなく、殆ど隙間の無い状態とされている。また、薄膜は、非発光性再結合中心として作用するような欠陥に比較的乏しいことが好ましい。それは、このような欠陥が全体的なフォトルミネセント効率を下げる傾向にあるためである。一方もしくは双方の接続層が、好ましくは有機材料からなる正孔輸送層ないし電子輸送層から構成されていてもよい。上記ポリマーは、単一のコンジュゲート・ポリマー、又はコンジュゲート・ポリマーのセグメントを含んだ単一のコポリマー、又は他の適したポリマーとのコポリマーもしくはコンジュゲート・ポリマーの混合物から構成することができる。

10

【0043】

有機材料の他の一般に好ましい特徴は、物理的及び化学的な安定性と加工性である。

【0044】

第1及び第2の接続層の目的は、装置を横切る方向に電場を付与することにあるので、これらの層と有機フォトルミネセンス材料からなる薄膜との間の直接的な電氣的接続自身に関しては必ずしも必要のないことが分かる。光学的に励起されたエキシトン（励起子）に起因するホールと電子が再結合しないように抑制できれば、フォトルミネセンスを低減ないし消光するのにはそれで十分である。こうして、例えば、分離されたホールおよび電子は、放射性再結合しないように排出されるか、あるいは漏れ出すことになると考えられる。とは言え、必要となる駆動電圧を下げるには、電氣的に直接接続することが好ましい。

20

【0045】

他の態様において、本発明は、オプトエレクトロニックディスプレイを提供し、該オプトエレクトロニックディスプレイは、有機フォトルミネセント材料からなる薄膜の形態とされた半導体層と、前記半導体層の第1の表面に隣接する第1の電氣的な接続層と、前記半導体層の第2の表面に隣接する第2の電氣的な接続層と、前記フォトルミネセント材料を照明して該材料からのフォトルミネセンスを誘発させるための光源とからなる。

【0046】

また、本発明は、オプトエレクトロニックディスプレイを提供し、該オプトエレクトロニックディスプレイは、フォトルミネセントディスプレイ装置を備え、該フォトルミネセントディスプレイ装置は、該装置に電圧が印加されていない状態での光学的な照明のもとでディスプレイがフォトルミネセンスを放射するディスプレイ・オン状態と、前記フォトルミネセンスが少なくとも部分的に消光されるディスプレイ・オフ状態とを有し、前記オプトエレクトロニックディスプレイは、さらに装置ドライバ回路を備え、該装置ドライバ回路は、ディスプレイ信号を受け取るための入力部と、前記ディスプレイ装置を駆動するための出力部とを有し、前記ディスプレイ信号は、前記ディスプレイがオンであるべきことを示すオン状態を有するとともに、前記ディスプレイがオフであるべきことを示すオフ状態を有し、前記フォトルミネセントディスプレイ装置は、有機フォトルミネセント材料からなる薄膜の形態とされた半導体層と、前記半導体層の第1の表面に隣接する第1の電氣的な接続層と、前記半導体層の第2の表面に隣接する第2の電氣的な接続層とからなり、このとき、前記装置ドライバ回路は、前記ディスプレイ信号が前記オフ状態を有していることに反応して、前記第2の接続層が前記第1の接続層に対して負になるように前記第1の接続層と第2の接続層との間に前記半導体層を横切る電場を加え、これにより、光学的に励起されたエキシトンをその構成ホールならびに構成電子に分離し、前記フォトルミネセント薄膜の外に前記ホールと電子を導くことで前記薄膜からのフォトルミネセンスを抑制するように構成され、前記ディスプレイ装置と装置ドライバとの組み合わせが主としてフォトルミネセンス消光により情報を表示するように動作する。

30

40

【0047】

一実施形態において、装置ドライバ回路は、さらに、ディスプレイ信号がその「オン」状

50

態にあるときに対応して電場を低減させるが反転はさせないように構成されている。フォトルミネセンス消光は完全である必要はない。というのも、フォトルミネセンスを単に部分的に消光することでディスプレイのコントラストを下げるのでも構わない場合もあるからである。フォトルミネセンス消光の度合いは、電場を変更することにより（すなわちディスプレイ装置上に可変量の負バイアスを加えることによって、あるいは印加電圧の波形を変えることによって）調整することができる。装置ドライバ回路は、フォトルミネセンスディスプレイを駆動するためのシングルエンデッド出力か差分出力かのどちらかを提供することができる。

【0048】

装置ドライバ回路は、パルス幅が変調された信号によって一つないし複数のディスプレイ・ピクセルを駆動する手段を内部に有して、これにより、フォトルミネセンス消光のレベルを調整できるように構成されていてもよい。そこで、装置ドライバ回路は、フォトルミネセンスの所望のレベルを規定する入力信号を受け取るための手段と、この入力信号に依存したマーク・スペース比を持つパルス列を用いてディスプレイのピクセルを駆動するように前記入力信号に反応する手段とを内部に有することができる。

【0049】

さらに他の態様において、本発明は、有機フォトルミネセント材料からなる薄膜の形態とされた半導体層と、前記半導体層の第1の表面に隣接する第1の電氣的な接続層と、前記半導体層の第2の表面に隣接する第2の電氣的な接続層と、前記フォトルミネセント材料を照らすために内部反射を用いて光源からの照明光を通すための部分とからなるオプトエレクトロニックディスプレイを提供する。

【0050】

ステップインデックス型導波路もしくはグレーデッドインデックス型導波路のいずれかにより内面全反射を用いて照明光が通されることが好ましい。また、上記ディスプレイは、円柱レンズといった手段を内部に有して、光を導波領域内に結合させることができる。

【0051】

他の態様において、本発明は、オプトエレクトロニックディスプレイを提供し、該オプトエレクトロニックディスプレイは、有機フォトルミネセント材料からなる薄膜の形態とされた半導体層と、前記半導体層の第1の表面に隣接する第1の電氣的な接続層と、前記半導体層の第2の表面に隣接する第2の電氣的な接続層と、前記半導体層及び前記第1ならびに前記第2の接続層を保持する基板と、前記フォトルミネセント材料からディスプレイを見る人まで集光して光を導き出すための前記基板上の光学的構造体とからなる。

【0052】

前記光学的構造体は、複数のマイクロレンズを備えていることが好ましい。これは、周囲光を集めて、フォトルミネセンスにより放射された光をディスプレイの観察者に向けて指向させるのに有用である。

【0053】

他の態様において、本発明は、ピクセル化されたオプトエレクトロニックディスプレイを提供し、該オプトエレクトロニックディスプレイは、該ディスプレイのピクセルにそれぞれ対応させられた複数のフォトルミネセントディスプレイ装置からなり、前記フォトルミネセントディスプレイ装置は、該装置をアドレス指定するための一対の電極と、上記ディスプレイを制御するように前記電極を駆動するための装置ドライバ回路とを有し、前記ディスプレイのピクセルは、前記電極を横切るバイアスがゼロの条件下で常時オンのフォトルミネセンス放射状態を有し、前記ディスプレイドライバ回路は、前記ディスプレイのうち選択されたピクセルからのフォトルミネセント放射を抑制するためにバイアス電圧を印加して、これにより情報を表示するように構成されている。

【0054】

また、本発明は、上述のようなオプトエレクトロニック装置ドライバ回路を提供する。

【0055】

さらに他の態様において、本発明は、消光されるフォトルミネセンスの原理に基づいて動

10

20

30

40

50

作するオプトエレクトロニックディスプレイを提供する。該ディスプレイは、第1の電極と、第2の電極とからなり、前記第1の電極と第2の電極との間には、目視できるディスプレイ素子が配置され、該ディスプレイ素子は、フォトルミネセント材料からなり、装置は、該フォトルミネセント材料からのフォトルミネセンスを、前記第1の電極と第2の電極との間に電圧を印加することで少なくとも部分的に消光し、これにより、フォトルミネセント放射状態から放射率低減状態へと目に見えて変化させて画像ディスプレイを実現するように構成されている。

【0056】

さらに、本発明は、オプトエレクトロニックディスプレイ装置と該装置を利用するための命令(instruction)との組み合わせを提供し、前記オプトエレクトロニックディスプレイ装置は、有機フォトルミネセント材料からなる薄膜の形態とされた半導体層と、前記半導体層の第1の表面に隣接する第1の電氣的な接続層と、前記半導体層の第2の表面に隣接する第2の電氣的な接続層とからなり、前記命令は、上記第2の接続層が上記第1の接続層に対して負になるように上記第1の接続層と第2の接続層との間に上記半導体層を横切る電場を加え、これにより、上記薄膜からのフォトルミネセンスを抑制するようにするための指示からなる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0057】

本発明の上述ならびに他の態様を以下に単なる例として図面を参照しながらさらに説明する。

【0058】

先ず図1aを参照すると、この図は、フォトルミネセンス消光ディスプレイに用いるのに適した基本的な装置100の構造の断面を示す。この装置の構造は、本願の導入部分において挙げられた従来技術文献に記載された既知の有機発光ダイオードによるものと同じである。これは、概して言えば、大半の有機LED(organic LED)が、逆バイアスがかけられるとフォトルミネセンス消光ディスプレイとして機能するようになるからである。しかしながら実際には、さらに以下に詳細に説明がなされるように、OLED用に一般に用いられているものに対してパラメータの組を若干相違させることでフォトルミネセンス消光ディスプレイ用の材料を選ぶことが好ましいと考えられる。OLEDを組み立てるのに普通用いられている製造技術は、フォトルミネセンス消光ディスプレイを組み立てるのにも適している。

【0059】

図1aの基本的な装置において、ガラス基板102は、アノード層104を支持している。このアノード層104は、通常、透明性に優れ、面積抵抗が低く、処理手順が確立されたインジウム酸化スズ(ITO)からなる。フォトルミネセント材料の層106は、アノード層104上に堆積されている。フォトルミネセント材料は、フォトルミネセント材料でドーパされたコンジュゲート・ポリマー、又はポリマー混合物、又はコンジュゲート有機ポリマーからなる。実際には、エレクトロルミネセント材料(電場発光材料)は全てフォトルミネセンス的でもあるので、有機LEDを使う従来のエレクトロルミネセント材料も、層106に利用することができる。そこで、例えば、層106は、PPV(poly(p-phenylenevinylene))から構成されても構わない。カソード層108は、フォトルミネセント材料層106の上側に堆積され、接続ワイヤ112が例えばコロイド銀を含有する銀ダグ(silver dag)110(導電性塗料)によって該カソード層に接続されている。同じような接続が接続ワイヤ116によってアノード層104に対してもなされている(不図示)。アノード層104は、例えば4eV~5.2eVの間の比較的高い仕事関数を有しているが、その一方でカソード108は、例えば3.5eVよりも低い比較的小さい仕事関数を有している。説明のためにバッテリー114によって示された電源は、カソード108に正の電圧を印加するとともにアノード104に負の電圧を印加するようにして、従来のOLED構造に逆バイアスを加えている。

【0060】

10

20

30

40

50

フォトルミネセント層106は、透明な基板102および透明なアノード104を通過してくる光118によって照明される。専用の光源か又はバックグラウンド光ないし日中の光のどれでも照明に用いることができる。動作休止状態で電圧が印加されていないと、光118がフォトルミネセント層106に冷光（ルミネセンス）を生じさせ、このフォトルミネセンスが基板102及びアノード104を通して目視可能となる。こうして、図示された実施形態において、基板102は、ディスプレイの正面（前側面）を形成し、ディスプレイの動作休止状態は「オン」となり、すなわち発光する。実際には、ディスプレイの外見は、フォトルミネセンスの色および強さ、およびフォトルミネセント層106の固有の色、つまりフォトルミネセンスが無かったとしてもこの層が呈するであろう色に依存することになると思われる。フォトルミネセント層106の固有色がディスプレイ色にもたらす寄与は、入射する照明光118がどの程度ディスプレイの観察者の方に散乱されてくるかに一部依存している。

10

【0061】

図1aに示されるように、従来のOLED構造に逆バイアスがかけられると、層106からのフォトルミネセンスは少なくとも部分的に消光されてディスプレイが薄暗くなり、完全に消光するとディスプレイは消灯される。しかしながら、カソード108又は装置の他の層からの幾らかの残りの反射に対してフォトルミネセント層106が幾分残った固有色を呈することがあるので、消灯された時にディスプレイが無色ないし黒であるとは限らない。

【0062】

図1aは、単純なフォトルミネセンス消光装置の断面図を示すが、実際には、図1bの断面図によって図示されるような複雑な構造が望ましい場合が多い。図1bでは、アノード層104とフォトルミネセント層106の間に追加的な正孔（ホール）輸送層125が存在している。この正孔輸送層は、フォトルミネセント層の正孔エネルギー準位をアノード層104の正孔エネルギー準位に一致させるのに役立つ。斯かる正孔輸送層が複数設けられてもよいし、また、同じようにして、一つないし複数の電子輸送層がカソードとフォトルミネセント層の間に設けられてもよい。図1bでは、カソード122は、仕事関数が低い第1の層124（例えばマグネシウムまたはアルミニウムのような金属）と、仕事関数がさらに低い第2の層126（例えばカルシウム、リチウムまたはバリウムのような金属ないしは金属フッ化物）の二層を備えている。例えばLiA1のような金属の組み合わせを用いることもできる。これは、カソードとフォトルミネセント層の電子エネルギー準位を一致させるのに役立つと考えられる。

20

【0063】

正孔輸送層および電子輸送層および多層のカソードおよびアノードのうちの何れかもしくは全てを用いることも可能である。

【0064】

アノードは、4.3 eVより大きな仕事関数を有していることが好ましく、酸化インジウムかインジウム酸化スズ、または銀ないし金の薄膜といった薄くて透明で仕事関数の大きな金属アノードから構成することもできる。フッ素ドーパ酸化錫ならびにアルミニウムドーパされた酸化亜鉛といった他の材料も使用することができる。ただし、アノードの面積抵抗が低く、好ましくは100オーム/平方より低く、より好ましくは30オーム/平方より低いことが望ましい。厚さ20 nmの金属層、及び概ね50~100 nmより薄い金属層は、光学的に十分透明であることが分かっている。しかしながら、アルミニウムのような他の金属も使用可能で、幾つかの実施形態において例えばアノードではなくカソードが少なくとも部分的に透明な場合、アノードは透明である必要は無い。

40

【0065】

カソードは、3.5 eVより小さい仕事関数を有していることが好ましく、例えば、バリウム、カルシウム、リチウム、サマリウム、イットルビウム、テルビウム、アルミニウム、またはこれらの金属の一つもしくは複数の金属を他の金属と一緒に他の金属無しで含有するような合金を含むものでも構わない。アノードと同様、カソードは、単に金属の薄膜

50

だけを堆積させることによって少なくとも部分的に光学的に透明に形成することができる。

【0066】

金属ならびに金属ベースの化合物は、アノードとカソードに用いるのに都合が良いが、導電性ポリマーおよびドーブした半導体のような別の材料も使うことができる。好ましくは、電極材料は、低効率が $10000\Omega\text{cm}$ より小さい、又は好適には $1000\Omega\text{cm}$ より小さい必要がある。アノードとカソードの材料は、電界発光型の放射と絶縁破壊を引き起こすかもしれないので、逆方向バイアスが装置にかけられる際に電子と正孔がフォトルミネセント層 106 に注入されないように選択されることが好ましい。

【0067】

正孔輸送層 128 は、例えば英国特許出願第 9703172.8 号に記載されているように、ポリスチレンスルホネートをドーブしたポリエチレンジオキシチオフェン (PEDOT: PSS - poly(ethylenedioxythiophene): poly(styrenesulphonic acid)) から構成されていてもよい。しかしながら、他の材料も使用でき、特に、ポリ(2,7-(9,9-ジ-n-オクチルフルオレン)-(1,4-フェニレン-(4-イミノ(安息香酸)))-1,4-フェニレン-(4-イミノ(安息香酸)))-1,4-フェニレン)) ("BFA")、及び/又は、ポリアニリン(ドーブ、非ドーブ、もしくは部分ドーブ)、及び/又は、PPV といった他のポリマーも使用できる。

【0068】

フォトルミネセント層 106 は、フォトルミネセントコンジュゲート有機ポリマー、又はポリマー混合物、又はフォトルミネセント材料でドーブされたコンジュゲート・ポリマーから構成されていてもよい。これとは別に、米国特許出願第 4,539,507 号明細書に記載されているように、トリス-(8-ヒドロキシキノリノ)アルミニウム [tris-(8-hydroxyquinolino aluminium)] ("Alq3") のようないわゆる小分子を用いることができる。適したポリマー材料には、PPV、ポリ(2-メトキシ-5-(2'-エチル)ヘキシルオキシフェニレン) [poly(2-methoxy-5-(2'-ethyl)hexyloxyphenylene-vinylene)] ("MEH-PPV")、PPV 誘導体 [PPV derivative] (すなわち、ジ-アルコキシ [di-alkoxy] ないしジ-アルキル誘導体 [di-alkyl derivative]、ポリフルオレン [polyfluorene]、及び/又は、ポリフルオレン・セグメント [polyfluorene segments] を組み込んだコポリマー、複数の PPV 及び/又は関連した複数のコポリマー、ポリ(2,7-(9,9-ジ-n-オクチフルオレン)-(1,4-フェニレン-(4-セブチルフェニル)イミノ)-1,4-フェニレン) [poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-(1,4-phenylene-((4-secbutylphenyl)imino)-1,4-phenylene))] ("TFB")、("PFB") ポリ(2,7-(9,9-ジ-n-オクチフルオレン)-(1,4-フェニレン-(4-メチルフェニル)イミノ)-1,4-フェニレン-(4-メチルフェニル)イミノ)-1,4-フェニレン) [poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-(1,4-phenylene-((methylphenyl)imino)-1,4-phenylene-((4-methylphenyl)imino)-1,4-phenylene))] ("PFM")、ポリ(2,7-(9,9-ジ-n-オクチフルオレン)-(1,4-フェニレン-(4-メトキシフェニル)イミノ)-1,4-フェニレン) [poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-(1,4-phenylene-((4-methoxyphenyl)imino)-1,4-phenylene-((4-methoxyphenyl)imino)-1,4-phenylene))] ("PFM0")、ポリ(2,7-(9,9-ジ-n-オクチフルオレン)) [poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene))] ("F8")、又は、ポリ(2,7-(9,9-ジ-n-オクチフルオレン)-3,6-ベンゾチアゾール) [poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-3,6-Benzothiazole)] ("F8BT") が含まれる。選択する際にさらに他の適した材料およびパラメータは、図 2 を参照して以下に述べる。

【0069】

基板 102 は、アノード層 104 を電氣的に絶縁するとともに機械的に保持し、さらに図 1a および図 1b の実施形態においては、フォトルミネセント層 106 が見えるように透明とされている。適した基板材料には、ポリエチレンまたは PET のような透き通ったプ

10

20

30

40

50

ラスチックやガラスがある。他の適した基板材料には、フッ化ポリビニリデンならびにポリイミドがある。

【0070】

照明光118は、赤、緑、青、紫外、あるいは概ね白色とすることができるが、必要な色のフォトルミネセント放射を励起させるのに十分な波長成分を含んでいなければならない。一般に、フォトルミネセント放射は、励起する照明よりも長い波長にあり、したがって、異なるディスプレイ色には、照明光の波長が異なっていなければならないと考えられる。つまり、青いフォトルミネセンスには、青か、より短い波長成分による照明が必要である一方、例えば、赤いフォトルミネセンスには緑の照明で十分であろう。

【0071】

図1aおよび図1bの装置を組み立てるのに、従来の有機LEDの組立て技術を用いることができる。そのため、アノードとカソードの電極層は、蒸着ならびにRFやDCスパッタリングといった方法によって堆積させることができる一方、有機的なフォトルミネセンス層106、及び必要なら設けられる正孔輸送層128は、スピン・コーティングによって、あるいは、領域がより大きいときには、引上げコーティングないしディップ・コーティング、ブレード・コーティング、ミニスカス・コーティング、セルフアセンブリといった他の技術によって堆積させることができる。結果的に得られるピクセルは、厚さが約100nmである。また、いわゆる「小分子 (small molecules)」は、昇華によっても堆積させることができる。

【0072】

また、有機層は、フォトルミネセント層のパターン形成を促す点で優れたインクジェット方式の印刷によっても堆積させることができる。従来のインクジェット印刷処理ポリマーは、表面張力及び粘性の必要な制御を行うために用いることができる。適したインクジェットプリンターの噴射サイクルは、30p1のドロップ量で毎秒14400回の滴下である。インクジェット印刷は、多重カラーディスプレイに特に適している。導電性ポリマーが電極のうちの一つとして使用される場合、これもインクジェット方式の印刷法によって堆積させることができる。

【0073】

さて、図2を参照すると、図2aおよび2bに2つの異なるタイプのフォトルミネセント材料の典型的なスペクトルを示す。図2aのスペクトルは、比較的高いフォトルミネセンス効率を有するが同時に強い固有色をも有する材料によくあるものである。このような材料の例は、ポリマー混合物F8BT-TFBである。この材料は、80%を超えるフォトルミネセンス効率を有し、白色光の下で黄色のフォトルミネセンスを示すが、固有の色も黄色っぽい色であるため、フォトルミネセンスが消光されるときでも材料が黄色に見える。この残留する色、言い換えれば固有の色は、もともと材料が所定の波長の組を吸収して、これらの波長が該材料を黄色に見せるために生じる。この黄色い色は、材料が薄膜として堆積されると、材料による吸収が依然として重要な因子となるので、やはり分かるものである。

【0074】

図2aは、固有色を備えたF8BT-TFBのような材料において、光の強さが波長とともにどのように変化するかを表す3つのスペクトル200を示している。スペクトル204は、かけられるバイアスをゼロとしたときの図1aまたは図1bに示されるような装置内の材料の光電子放出スペクトルを表す。順方向バイアスをかけると、上記スペクトルは、スペクトル206にシフトする。スペクトル206は、エレクトロルミネセント放射が増加しており、より長い（より赤い）波長の方へシフトされたピークを持っている。この材料からなる装置に逆方向バイアスが加えられると、スペクトルはスペクトル202へとシフトし、フォトルミネセント光の放射の強度は低減され、ピーク波長は青色の方へシフトされることが分かる。

【0075】

対照的に、図2bは、固有色のないフォトルミネセント材料を有する装置の場合の一組の

10

20

30

40

50

スペクトル 210 を示す。

スペクトル 214 は、デバイスにバイアスがかけられていないもの、スペクトル 216 は、順方向バイアスがかけられてエレクトロルミネセンスにより放射が増えたもの、そしてスペクトル 212 は、逆バイアスがかけられて略フォトルミネセンスが消光されたものを表している。図 2 b から分かるように、放射されるフォトルミネセンス／エレクトロルミネセンスが装置の色に寄与するだけで、フォトルミネセント層の固有色が図 2 a のように装置の色に寄与することはないので、スペクトル 212, 214 および 216 のピークの位置は、概ね一定のままである。

【0076】

図 2 a および図 2 b では、図 1 a ないし図 1 b に示されるような装置から放射される光の強度が y 軸に示されているため、2つの成分が含まれていることが分かるであろう。第1の成分は、層 106 からのフォトルミネセント放射もしくはエレクトロルミネセント放射であり、そして第2の成分は、入射する照明の、層 106 での反射もしくは散乱から生じてくるものである。したがって、例えば、カソードが吸収ないし透明で、フォトルミネセント層そのものからは比較的僅かな光しか散乱されてこないような装置においては、図 2 a のスペクトルを図 2 b のスペクトルに近づけることができる。それにもかかわらず、装置の設計が容易になることから、幾つかの用途には、固有の色がついているよりも固有の色のついていない材料を使用することが望ましい。

【0077】

適したフォトルミネセント材料を選択する場合、主な基準は、優れたコントラストを持ったディスプレイを得るのに役立つ高いフォトルミネセンス効率である。当業者であれば分かることだが、フォトルミネセンス効率とエレクトロルミネセンス効率は関係しているにもかかわらず、高いエレクトロルミネセンス効率は、必ずしも高いフォトルミネセンス効率を意味しない。材料を選ぶ上で次に考えることは、材料の本来の色寿命、加工性、そして安定である。エレクトロルミネセント材料における重要な崩壊経路には、内部光分解、エキシマ形成およびエレクトロマイグレーションが含まれる。これらは、逆バイアスが印加されたフォトルミネセント材料の場合さほど重要な意義を持たないと予想され、そのため、順バイアス下での寿命が十分でないためにエレクトロルミネセント装置での使用は考えられなかったであろうような材料が、上記のような装置に用いることが現実的となる。したがって、潜在的に、著しく広範囲の材料を選択することができる。

【0078】

赤、緑および青の本来無色のフォトルミネセントポリマーは、以下に例証されるように、フォトルミネセンス消光ディスプレイに用いることができる。これにより、カラーディスプレイならびに黒や白のディスプレイを製造することができ、その場合、赤、緑、及び青を放射するフォトルミネセントポリマーを混ぜることにより白色の照明が行われる。フォトルミネセンス消光ディスプレイが放射型ディスプレイ技術であるため、たとえば放射を電子的に励起するのではなく放射を消光することに依拠するものであっても、広い色域を得るには赤、緑、及び青の放射材料が望ましいことが理解されよう。しかしながら、幾つかの用途の場合、2つの異なる放射の色を用いて十分に広い色の軌跡を得ることができる。人間の目の視覚的な感度は、波長に応じて変化し、ピーク位置だけでなく、実際の目の感度によるピーク下方の積分された面積のくりこみにも依存する。このことは、黄色のエミッターの方が例えば青いエミッターより一般に明るいものとして感じられ、カラーディスプレイを設計する際にもこのことを考慮に入れることができることを意味する。

【0079】

青いフォトルミネセンスを備えた本来無色のポリマーの例は、PFBまたはTFBのようなポリフルオレン類のポリマーである。

【0080】

本来無色の赤いフォトルミネセントポリマーの例は、国際公開第01/42331号パンフレットに開示されているようなペリレン類のポリマーである。赤いフォトルミネセンスを有したもともと赤茶色のポリマーは、F8BTをポリ(2, 7-(9, 9-ジ-n-オ

タチルフルオレン) - コ - (2, 5 - チエニレン)) [poly(2,7- (9,9-di-n-octylfluorene)-co-(2,5-thienylene-3,6-benzothiadiazole-2,5-thienylene))] によってドーブすることによって得ることができる。

【0081】

本来無色の緑のフォトルミネセントポリマーの例は、国際公開第01/55927号パンフレットに開示されているようなポリキノキサリンである。

【0082】

白いフォトルミネセンスを持つ本来無色のポリマーは、上記の赤、緑、そして青のフォトルミネセンスを持つ本来無色のポリマーたるべき比率で混合することによって得ることができる。

10

【0083】

図3 a および図3 b は、図1 b に示されているような装置の断面を拡大して概略的に示す。フォトルミネセント層106は一定の縮尺には特に従っていない。図3 a は、反射型のカソード層310を有する実施形態を示し、その一方で、図3 b の実施形態では、透明なカソード層322が使用されている。このカソード層322の背後には、付加的な光吸収層324が配置されている。図3 a および図3 b の簡略化された図には、アノードとカソードへの接続部は、示されていないが、図1に関して述べられたような構成を用いることができる。同様に、カソード310、322は、図1 b に関して述べられたような一つもしくは複数の層を備えていてもよい。ただし、カソード層が金属を有している場合には、カソード層322がスペクトルの可視領域において比較的光を通しやすいように十分薄くなければならないのに対して、カソード層310は、比較的反射しやすいように十分厚く（通常250 nm）なければならない。

20

【0084】

さて、特に図3 a を参照すると、フロントライトないしバックライト、または周囲光のいずれかから入射する白色、青色、又はUV照明302は、フォトルミネセント材料の層106へと基板102、透明なアノード104、および正孔輸送層128を通過する。このとき、入射照明光は吸収され、概略的に図示されたエキシトン304のようなエキシトン（励起子）、つまり束縛された電子とホールのが生成される。他の構成において、フォトルミネセント層106は、アノードを通過するのではなくカソードを通過して照明されるものでもよい。

30

【0085】

電界が存在しないと、光学的に励起されたこれらのエキシトンのかなりの割合が放射を伴って急速に消滅し、層106を形成している材料のフォトルミネセンススペクトルに応じた光を生成する。図3 a 中108で概略的に示されたこのフォトルミネセンスは、概ね等方に放射され、従って、ディスプレイは、ランベルシアン型の放射体に近い。放射を伴って消滅する励起子の割合は、材料のフォトルミネセンス効率および加えられた電界に依存する。装置により形成されたダイオードがオフ状態にあるとき、通常、ただし必ずというわけではないが、アノードとカソードが同じ電氣的ポテンシャルにあるとき、ディスプレイは、動作休止した光放射状態ないしオン状態にある。

40

【0086】

図3 a の構成では、カソード層310は、フォトルミネセンス308の一部および入射照明光302の一部のどちらも反射する。入射照明光302の他の部分は、フォトルミネセント層106によって直接反射されるか散乱される。したがって、ディスプレイが見られる際には、観察者は、放射されたフォトルミネセンス308と、入射照明光302が反射及び／又は散乱された成分306とが合わさったものを見る。この散乱光は、ディスプレイのコントラストを低減する傾向があるが、後で説明されるような側面照明によって略減らすことができる。

【0087】

図3 b では、カソード層322は透明であり、装置の背面に向かって放射されるフォトルミネセンスは実質失われるが、反射／散乱された光の成分は遥かに小さいかもしくは存在

50

しない。ディスプレイがオフのときには、見る人は、透明なカソード322を通して後側にあるものを見ることになる。そのため、必要であれば透明なカソード322の後側に吸収体か光学的に黒い層324を設けてもよいし、あるいは、他の実施形態において、カソード322そのものが黒くてもよい。図3bの構成を用いる場合には、フォトルミネセント層106を背後で照明することも可能であるが、この場合には、フォトルミネセンス効率およびバックライトの波長に応じて、ビューアは、フォトルミネセンスとともにバックライト照明も見ることになり、それがまた実質的なコントラストを下げることもある。

【0088】

アノード、カソードおよびフォトルミネセント層106によって構成されたダイオードに逆バイアスがかけられる場合、すなわち、アノードがカソードより低い電氣的なポテンシャルに維持される場合、少量の励起子が構成要素のホールおよび構成要素の電子に分離され、続いてこれらが加えられた電場の助けをかりて構造体の外へと導かれる。従って、上記の一部の励起子は、放射を伴う消滅が阻止されるとともに発光するフォトルミネセンスが妨げられる。このように分離される励起子の割合は、装置に印加される逆方向電圧によって規定され、フォトルミネセンスのレベルは、電圧が印加されない状態の最大値から、逆バイアスの度合いに応じた所定の低減値まで、制御することができる。

【0089】

必要な電力は、実質的には、分離された励起子のホールおよび電子を引き離すように導くためのものだけであることから、装置の消費電力が非常に低いことが理解されるであろう。この点は、入射照明光の程度、さらにはフォトルミネセンス効率に応じて変化することになる。調光ディスプレイには、より大きな逆方向バイアスが必要とされるので、電力消費は、求められるコントラストに幾分か依存していることが理解されよう。さらに分かることは、上記ディスプレイのための1次エネルギー源は、入射照明光によって供給されるので、このディスプレイは、明るい日差しといったような強い周囲光の条件、つまり従来のディスプレイが普通対応しきれないといえるような条件で、一層良好に動作することになるという点である。優れたフォトルミネセンス発光体であるとともに優れたエレクトロルミネセンス発光体であるような材料が選択される場合には、デュアルモード型の装置が可能になる。つまり、明るい条件の下では、ディスプレイがフォトルミネセンス消光モードで動作し、あまり明るくない条件ないし周囲の照明光が無い条件の下では、装置は、エレクトロルミネセンス発光するように順方向バイアスがかけられる。高いフォトルミネセンス効率と高いエレクトロルミネセンス効率との両方を有する材料の一つの例は、F8BT-TFBであり、デュアルモード装置は、この材料を使って作ることができる。

【0090】

さて、図4を参照すると、この図は、上述したようなフォトルミネセンス消光装置のための照明方式を例示している。図4aにおいて、ディスプレイ装置400は、バックライト402とともにフォトルミネセンス消光ディスプレイ102、104、106、122、128を備えている。バックライトは、例えば、どんな従来のLCDバックライトも備えることができる。装置のアノード層104は、透明なインジウム酸化スズを備え、カソード122は、50nmのカルシウム層といった金属の薄い層を備えている。

【0091】

バックライト402がオンで、ディスプレイ装置に逆方向バイアスがかけられていない場合、ディスプレイの色は、フォトルミネセンスの色とフォトルミネセント層106の固有色とが合わさったものである。そのため例えば、層106が本来無色でありかつ白色のバックライトによって青色にフォトルミネセンス発光する場合では、ディスプレイは、バイアスなしでは青白く、逆方向バイアスがかかると白く見えることになる。白色の周囲光照明下では、同じディスプレイは、バイアスなしで青く、逆方向バイアスがかかると無色に見えることになる（あるいはカソードの色を有することになる）。

【0092】

色が殆どシフトしないようにしながら、加えられるバイアスによって色の強度が変化するように図4aの装置のフォトルミネセント層106の材料を選択することができる。こ

10

20

30

40

50

いった選択は、フォトルミネセンスの色が材料の固有色に近いような材料を選ぶ、つまり、図 2 b のスペクトルの組よりも図 2 a のスペクトルの組に近いスペクトルの組を持った材料を用いることで可能になる。そのような材料の 1 つの例は、黄色の発光体 F 8 B T - T F B である。このような構成によって、正面からの周囲照明光が弱くなるにつれて背後照明を増やし、ディスプレイの見かけが殆ど変わらないようにしながら周囲照明光の不足を補うのにバックライト 4 0 2 を用いることができる。

【0093】

図 4 b の構成は、ディスプレイ表面の正面に向けて光源（不図示）からディスプレイ両側へと光を指向させるためにバツフル 4 1 6 と円柱レンズ 4 1 2, 4 1 4 を使い、ディスプレイを正面から人工的に照明することのできる一つの方法を示している。好ましくは、図示されるように、ディスプレイを見る人の側に向かう外方にではなく、ディスプレイ正面に互りかつディスプレイの中に向かって照らすように上記の照明が配されることが好ましい。この配置は、図 2 b に表されているようなスペクトルを持ったフォトルミネセント材料、つまり、固有の色を持たない材料に最もよく適している。図 3 に関して述べたように、図 4 b の装置のカソード層 1 2 2 は、反射型でも透過型でもどちらでも構わない。

【0094】

多くの用途に対して、図 4 b の構成の方が図 4 a のものよりも好ましいが、これは、反射型のカソードを有した正面から光が当てられる装置の方が、後から光が当てられる装置よりも上手く使えるからである。さらに、図 4 b の構成では、フォトルミネセンス材料は、無色である必要は無く、一つの部類として、利用可能な照明光をより多くの割合で吸収できるように無色の材料よりもフォトルミネセンス効率が高くなる傾向にあるような、より広範囲の材料の中から選ぶことができる。

【0095】

図 4 c は、光学的構造を 2 0 で示している。この構造は、周囲光の吸収を高めて、さらに放射される光をディスプレイの観察者に向けて指向するように基板 1 0 2 の正面上に形成することができる。好ましい実施形態では、この光学的構造体は、マイクロレンズアレイ、すなわち、小さなレンズ 4 2 2 が規則的に配列されたものを備えている。このようなアレイは、シリコン、ガラスならびにプラスチックといった基板上における複製及び／又はリソグラフィを含む従来技術の範囲で形成することができる。レンズ寸法は、通常、f 1 から f 4 までの焦点比で直径が 2 0 μ m から約 1 mm まで変わる。イギリス国立物理研究所（UK National Physical Laboratory）は、顧客の仕様に合わせて上記のようなアレイを製造している。ディスプレイの見た目を向上させるために用いることができる他の光学的構造には、「モス・アイ」反射防止構造が含まれる。

【0096】

図 5 は、基板 1 0 2 内を光が導波される特に有利な照明方法を表している。この方法では、照明光は、略ディスプレイ装置内に閉じ込められるため、概ね、ディスプレイにより放射される唯一の光は、フォトルミネセンスから発生し、その結果コントラストを潜在的に高めることになる。

【0097】

図 5 a は、装置の一方の側に照明手段 5 0 1 が配置されたフォトルミネセンス消光装置 5 0 0 の断面を示す。

【0098】

図 5 b は、装置の対向する 2 つの側の両方に照明装置 5 0 1 を有したフォトルミネセンス消光装置 5 0 0 の平面図である。

照明装置 5 0 1 は、縦長の照明光源 5 0 2 と、光源 5 0 2 からの光を集めて、光が基板内を導波されるように基板 1 0 2 に上記光を指向させる円柱レンズ 5 0 4 とを備えている。ブリズムないし回折格子といったような、基板の導波モードに光を結合させる従来の他の手段も用いることができる。

【0099】

図 5 a から分かるように、基板内を進む光は、基板の正面側表面 1 0 3（前側表面）から

10

20

30

40

50

の内面全反射と反射型カソード 122 での反射によって導波される。他方の面でも反射させることによって照明光を導波することも可能であることが理解されよう。例えば、基板の正面側表面 103 に、照明光は反射するがフォトルミネセンスは反射しないような層を設けることができよう。装置の構造が基板上で逆になるような場合、反射型のカソードの代わりに反射型のアノードを用いることができる。とは言うものの、どのような構成を選ぶにせよ、エネルギーは常に照明光源 502 からフォトルミネセンス層 106 に結合されなければならない。

【0100】

基板の正面側表面 103 での内面全反射は、表面に対する法線と光線 506 との間の角度 θ が $\sin \theta = n_2 / n_1$ を満たすときに得られる。なお、ここで n_1 は基板の屈折率、 n_2 は空気の屈折率である。入射角が θ より大きい場合には、光は全て内部で反射され、そのため、殆ど装置内に閉じ込められる。投射光学系（この場合円柱レンズ）は、照明光が基板の導波モードだけに指向されることで観察者には見えなくなるよう設けられている。

【0101】

図 5c は、フォトルミネセンス消光装置 500 を拡大して示す図である。この図において、層 122、106、128 及び 104 は、まとめて層 512 として示されている。この層は、自身の背面で反射するようになっている。また、図 5c は、フォトルミネセンス消光ディスプレイ 500 の単一のピクセル 510 も概略的に示している。このピクセルにバイアスがかけられていないときには、フォトルミネセンスは、図示されたようにピクセルから放射される（表現上の理由から、層 106 の他の部分からのフォトルミネセンスは、消光されるものと仮定している）。照明する光は、略基板内に閉じ込められるので、その結果、ピクセルからのフォトルミネセンス 514 が観察者の見る全てとなり、このピクセルに逆バイアスがかけられれば、フォトルミネセンスはオフに切り替えられる。

【0102】

図 5a に示されるように、カソード 122 が反射型とされている場合には、ピクセルがオフになる一つまり逆バイアスがかけられると、（フォトルミネセンス材料がもともと有色であるかいかによって）フォトルミネセンス材料の固有の色や、あるいは光沢のあるカソードが見えるようになるけれども、ピクセルがオンになれば、より多くのフォトルミネセンスがディスプレイの正面から外に導き出される（というのも、反対の方向に放射された光は、正面に向けて反射されるからである）。艶消の黒いカソードもしくは透明なカソードと吸収層が装置に使われる場合、観察者はフォトルミネセンスか黒いピクセルかのどちらかを見ることになる。カソードが反射型であるときにフォトルミネセンス材料が持つであろう固有色の寄与を低減するため、全ての周囲光の比較的短い波長成分をフィルタで落とすように、光学フィルタ 508 をディスプレイの正面に設けることができる。

【0103】

図 5 の構成において、光 506 が基板を通過する回数を増加させるため、フォトルミネセント層 106 の照明されていない縁部を反射するように設けることができる。フォトルミネセント材料内での吸収が強い場合、及び／又はフォトルミネセント効率が比較的高い場合、あるいは、ディスプレイ面積が大きい場合、ディスプレイ 500 の一方の側面もしくは全ての側面に光源を設けることができる。理論的には、装置の活性層だけ（基板は無し）の中を照明する光を導くことは可能であるけれども、これは、照明が強く吸収されるために現実的ではない。

【0104】

図 6a は、ピクセル化されたディスプレイ構造 600 の例を示す。フォトルミネセント層 106 がピクセル化されている、つまり複数の個々のディスプレイ素子 602 に分けられているという点を除けば、この構造は、大体これまで説明してきたディスプレイ構造に対応するものである。同様に、カソード層（単層もしくは複数層）122 は、各自が固有の接続部 606 を持った複数の別々のカソード 604 に分けられている。しかしながら、基板 102、アノード 104、そして正孔輸送層 128 は、全てのピクセルに共通である。従って、それぞれのピクセルは、共通のアノード 104 と然るべきカソード接続部 606

10

20

30

40

50

との間に逆方向バイアスをかけることによってオフに切り替えることができる。他のピクセル化されたディスプレイでは、行電極と列電極によるX-Yピクセル・アドレス指定を行うことができる。

【0105】

図6aの構成では、個々のフォトルミネセントディスプレイ素子602は、全て同じ色を有してもよいし、あるいは異なる色を有してカラーディスプレイを構成してもよい。これとは別に、カラーディスプレイは、素子602のためのフォトルミネセント材料に白色発光するポリマー混合物を用い、さらに赤色、緑色、及び青色のピクセルを形成するように、然るべく上記ディスプレイ素子にフィルタをかけることにより構成することができる。この目的に、LCDディスプレイに使用されるような従来のフィルターを用いてもよいし、あるいは、ピクセル化された装置600の構造の中に付加的なフィルタ層を含めてもよい。適したフィルタ材料は、国際公開第98/59529号パンフレットに記載されており、前記明細書に述べられたフィルタとして働く材料は、具体的な参照により本願明細書に組み込まれているものとする。さらなる代替構成として、白色と色付きのフォトルミネセンス素子の組み合わせを用いることができ、このとき、色付きのピクセルは、所望の色を直接作り出すのに用いられ、白色のピクセルは、他の色を作り出すためにフィルタがかけられる。例えば、青色のピクセルは、青色のフォトルミネセント材料を用いて形成することができるし、赤色や緑色のピクセルは、白色のフォトルミネセント放射をフィルタにかけることによって形成することができる。

【0106】

多重カラーフォトルミネセントディスプレイを提供するために逆に駆動できる装置の構造のさらに別の例は、国際公開第95/06400号パンフレット（図1ならびにそれに関連する記述）、及び国際公開第98/59529（図1ならびにそれに関連する記述、及び特許請求の範囲）に与えられており、これらの記載は、これらの文献の特定の言及された箇所を参照することで本願に含まれるものとする。

【0107】

図6bは、ピクセル化されたカラーディスプレイ612、ディスプレイドライバ回路614、及びバッテリーによって概略的に示された電源616を備えたディスプレイ機器610を示す。ディスプレイ612は、複数の赤色のピクセル618、緑色のピクセル620、及び青色のピクセル622を備えており、これらのピクセルは、遠くから見て可変のカラーディスプレイの外観を与えることのできるようなパターンで配置されている。視覚アーティファクトを低減するのに役立つように示されたものに加えて、様々なピクセルパターンが可能である。例えば、赤、緑、緑および青の4つのピクセルの繰返パターンを用いることができる。

【0108】

ディスプレイ・ドライバ614は、ディスプレイ信号入力624を受け取り、図6aの電極104および604を駆動するための出力626を供給する。図6bに表されるように、共通のアノード接続部104および電源（バッテリー616）の負の端子が両方ともアースに接続されている。ディスプレイ・ドライバは、ディスプレイ信号入力オンライン624に従って、選択されたカソード接続606に電源616から正の電圧を印加する。ディスプレイ信号は、単一のピクセルのオン/オフ信号や、あるいは、オン状態とオフ状態の間のピクセルの所望の明るさのレベルを指定するアナログないしデジタルのピクセル輝度信号を有することができる。図6bに示されるようなカラーディスプレイでは、可変のカラーピクセルを見せるために、赤、緑、そして青色のピクセルのそれぞれに別々の信号が供給されることが好ましい。

【0109】

ピクセルがオンであるべきだとディスプレイ信号が指定するときには、ディスプレイドライバ614は、予め定められた最大輝度にピクセルを調節するために、所定の度合いのフォトルミネセンス消光が得られるよう、然るべきピクセルをバイアスがかけられていない状態（ゼロバイアス）のままにするか、あるいは順方向バイアスをかけるか、あるいは逆

10

20

30

40

50

方向バイアスをかける。ピクセルがオフであるべきだとディスプレイ信号が指定するときには、ディスプレイドライバは、ピクセルからフォトルミネセンスを部分的ないし完全に消光し、例えば、予め設定されたオフ状態の輝度レベルにピクセルの輝度を下げるように、ピクセルに逆方向バイアスをかける。ディスプレイ信号が最大および最小の明るさの間の所望のピクセル輝度を指定するときには、ディスプレイ回路 614 は、所望のピクセル輝度のための選択されたピクセルに適切なレベルの逆方向バイアスを加える。

【0110】

また、ディスプレイ・ドライバ 641 は、ディスプレイ信号入力オンライン 624 に反応して調整可能なデューティサイクルパルス幅変調駆動信号を個々のピクセルに供給する手段を内部に有していてもよい。パルス変調駆動信号は、ゼロ、又は、順方向バイアス第 1 電圧レベルならびに逆方向バイアス第 2 電圧レベルを有するとともに、60 Hz ないしそれよりも高い周波数を有することができる。例えば、パルス発生器により供給される複数のマークスペース比のうち一つを選択することによって、ピクセルの輝度レベルを調整することができ、さらに、カラーディスプレイでは、ピクセルのルミネセンスないし輝度と色とを調整することができる。

【0111】

さて、図 6c を参照すると、この図は、ピクセルの輝度の調整に使うためのパルス幅変調 (PWM: pulse-width modulated) 波形 630 を示している。この波形は、ピクセルに印加される電圧を時間に対して示しており、このとき、電圧は、図示された例では 0 ボルトにある第 1 のレベル 632 と、図示された例ではピクセルに印加される逆バイアスを最大限にすることに対応している第 2 のレベル 634 との間で変化する。電圧レベル 632 にある波形部分を「マーク」と呼び、レベル 634 にある波形部分を「スペース」と呼ぶ。波形がマークの部分にある間、ピクセルはフォトルミネセンス発光し、波形がスペースの部分にある間、フォトルミネセンスは概ね消光される。

【0112】

波形 630 の周波数は、ピクセルがオンとオフで点滅するように見えるのではなくピクセルからの放射が略連続的に見えるが、輝度に関してはオン、つまり波形におけるマークの期間に比例させるようにして選択される。これを実現するには、一般に少なくとも 25 Hz から 50 Hz の周波数が要求される。図 6c から分かるのは、マークからスペースへの変わり目 636 が図示されるような状態のときに、ピクセルが自身の最大輝度の 25 % になるように見えるということである。転移位置 638 と 640 は、それぞれピクセルが 50 %、75 % の輝度に対応し、100 % の輝度は、マーク：スペース比デューティサイクルが 100 % になっている常に 0 ボルト（この例では）の状態に対応する。図 6c に示されるもの以外の波形も用いることができる。例えば、駆動波形は矩形端を有する必要はない。

【0113】

パルス幅変調を用いると、デューティサイクルと現れるピクセルの輝度との間に概ね線形的な関係が存在するという利点がある。輝度が逆バイアス電圧を変化させることによって変更されるなら、個々のピクセルの特性は、比較的近く合わせられる必要があるし、さらには、ルック・アップ・テーブルといったような何らかの線形化の形も求められると考えられる。輝度を制御するためのさらなる付加的構成、もしくは代替構成は、各ピクセルを 2 のべき乗 (2^0 , 2^1 , 2^2 等) の面積比で n 位副ピクセルに下位分割することであり、こうして、どの副ピクセルがオン状態に選択されるかに応じて 2^n の異なる輝度レベルが得られる。

【0114】

ディスプレイ内のすべてのピクセルは、原則として、他のピクセルに対して異なる明るさを有することができ、これにより、必然的に図 6b のディスプレイ・ドライバ 614 は、各ピクセルをその選択された明るさに適したパルス幅変調波形で駆動できるようになる。これを実現するための一つの方法は、各ピクセルに対して、あるいはディスプレイ内のピクセルの各行ないし列に対して、個別の可変なパルス幅パルス発生器を設けることである

10

20

30

40

50

。これを遂行するための適切な集積回路は、Clare社（米国カリフォルニア州）の子会社Clare Micronixから入手可能で、MXED101、MXED102、及びMXED202がある。例えば、MXED102は、240の独立に調整可能なパルス幅変調出力を供給する240チャンネル従属接続可能コラムドライバである。これらの装置に関するデータシートは、Clare Micronix社のウェブサイトから入手することができ、参照により本願に組み込まれるものとする。

【0115】

フォトルミネセンス消光効果は、オンとオフが非常に速く切り替わり、これは、概して有利ではあるが、同時にパッシブマトリクス走査型のディスプレイの使用をより困難にする。パッシブマトリクスディスプレイでは、電極のうちの1つが列にパターン化され、また、他方は、行にパターン化される。そして、各ピクセルは、列電極と行電極（これらの交点にピクセルが位置する）の間に然るべき電圧を印加することによってアドレス指定される。LCDディスプレイにおいて、比較的応答が遅いということは、ピクセルが次に活性化されるまで、ピクセルの状態が概ね不変であることを意味する。しかしながら、フォトルミネセンス消光ディスプレイにおいて、このような走査型の構成は、逆方向バイアスが全体の時間の僅かな部分の間だけしか加えられず、そのためにコントラストを下げるという結果をもたらす。こういった理由から、アクティブマトリクスディスプレイを用いることが望ましい。アクティブマトリクスディスプレイでは、各ピクセルは、別のピクセルがアドレス指定されている間、発光状態又は非発光状態のいずれかのままに置くことができるように回路が設けられている。

【0116】

典型的なアクティブマトリクス・ピクセル・ドライバ650が図6dに示されている。フォトルミネセンス消光ディスプレイ・ピクセルが、ダイオード652によって概略的に示されており、このとき、ダイオード652は、0ボルトのバス651とスイッチングトランジスタ656との間に接続され、次に正の電圧供給バス658に接続されている。スイッチングトランジスタ656がオンの場合、ダイオード652は、バス654とバス658の間の電圧によって逆バイアスがかけられる。蓄積コンデンサ660は、スイッチングトランジスタ656が選択された状態、それも好適な実施形態においては、完全にオンかあるいは完全にオフかの状態に保持するように電荷を蓄える。電荷は、列（あるいは行）信号線664及び行（あるいは列）走査ライン666に接続された第2トランジスタ662によってコンデンサ660上に蓄積される。トランジスタ662のスイッチを入れるために電圧が走査ラインに印加されるとき、信号線664への電圧は、蓄積コンデンサ660（このコンデンサは、トランジスタ662のスイッチが後で切られたときに、自身の電荷状態を維持する）に印加される。

【0117】

フォトルミネセンス消光装置の基板102は例えば、ガラスかプラスチックのいずれかから構成することができ、ピクセル・ドライバ回路650は、アモルファス・シリコンないし有機伝導体のいずれか一方、コンデンサおよびトランジスタを用いて構成することができる。アクティブマトリクスの電子回路は、ディスプレイ・ピクセルと集積される場合には、反射型カソードの後ろ側、またはフォトルミネセンス層106と基板102の間に配置することができ、その場合には、基板ではなくフォトルミネセンス消光構造がディスプレイの前方（観察者の方に）にある。

【0118】

フォトルミネセンス消光ピクセルは、逆バイアスがかけられる際には実質的に電流供給を受けず、このことが有機薄膜トランジスタを使用する助けになっている。有機デバイスは、フォトルミネセンス消光ディスプレイ素子が設けられても、材料適応性、加工の容易さ、柔軟性等の付加的な長所を提供する。適した装置の製造は、2001年6月カリフォルニア州におけるSD 2001 Symposium in San Joseの論文、'AMLCD Using Organic Thin-Film Transistors on Polyester Substrates'; M.G. Kane, I. G. Hill, J. Campi, M. S. Hammond, B. Greening (all of Sarnoff Corp), C. D. Sheraw, J. A. Nichols, D. J. G

undlach, J. R. Huang, C. C. Kuo, L. Jia, T. N. Jackson (Penn State Univ), J. L. West, J. Francl (Kent State Univ), SID Symposium Digest, Vol 32 pp 57-59、及び、'All-Polymer Thin Film Transistors Fabricated by High-Resolution Ink-Jet Printing' T. Kawase, (Univ of Cambridge and Seiko-Epson Corp.), H. Sirringhaus, R. H. Friend (Univ. of Cambridge), T. Shimoda (Seiko-Epson Corp.), SID Symposium Digest, Vol 32, pp 40-43 に記載されている。これらの論文のいずれも参照により本願に組み込まれるものとする。

【0119】

フォトルミネセンス消光ディスプレイに適応できるピクセル駆動装置のその他の詳細は、本出願人に与えられた国際公開第99/42983号パンフレットに記載されており、さらに、米国特許第5,828,429号明細書、米国特許第5,903,246号明細書および米国特許第5,684,365号明細書にも記載されている。これらのすべては、参照により本願に組み込まれるものとする。

【0120】

次に、図7を参照すると、この図は、逆方向バイアスがかけられたときにフォトルミネセンス消光ディスプレイによって放射されるフォトルミネセンスの強度を測定するための実験装置700を示す。

【0121】

キセノンランプ702は、幅の狭い照明波長を選択できるようにレンズ704によってモノクロメーター706に結合される。モノクロメーター706からの出力は、次に一對のレンズ708、710を介して試験用ディスプレイ装置714に焦点が合わされる。これらのレンズ708、710は、ロックイン増幅器724によって駆動される機械的チョップ・ホイール712がモノクロメーター・出力を変調できるようにする。モノクロメーター706による照明で励起された試験用装置714からのフォトルミネセンスは、レンズ716によって集光され、ロックイン増幅器724につながれたフォトダイオード720上に指向される。集光された光は、低域フィルター718を介してフィルタにかけられ、モノクロメーター706からの散乱光が阻止される一方で、フォトルミネセンスは通過させられる。試験用デバイス714に調節自在の逆バイアス電圧を供給するために電圧源722が用いられる。ロックイン増幅器724は、装置714からのフォトルミネセンスのレベルを指定する出力を供給する。

【0122】

〔実施例〕

2つの典型的な装置による結果を示すことにする。2層のカルシウム／アルミニウム・カソードを用い、F8BT：TFBが80：20のポリマー混合物から第1の装置を構成した。フッ化リチウム／カルシウム／アルミニウムの3層カソードを用い、F8BT：TFB：poly(2,7-(9,9-di-n-octylfluorene)-co-(2,5-thienylene-3,6-benzothiadiazole-2,5-thienylene)が79：20：1のポリマー混合物から第2の装置を構成した。いずれの装置も、黄色でフォトルミネセンス発光し、もともと黄色の色を有していた。

【0123】

図8aおよび図8bは、第1及び第2の装置において逆方向バイアスがあるときのフォトルミネセント放射の変化をそれぞれ示している。どちらの場合も、モノクロメーター706からの466nmの波長を持つ光によって装置を励起した。そして、570nmより長い波長の光を集めるようにフィルタ718とフォトダイオード720を配置した。2つのグラフは、加えられたバイアスがゼロのときの最大100%のフォトルミネセンスのレベルで規格化したものである。

【0124】

2つのグラフは、約20ボルトの逆バイアス電圧で、フォトルミネセンスがその初期値のおよそ半分にまで低減することを示している。一旦逆バイアス電圧を取り除いて、フォトルミネセンスを、それが元の強度に戻るまで観測した。

【0125】

図9は、第1の装置の場合に、フォトルミネセンス強度の変化を、モノクロメーター706からの照明波長の関数として示したものである。励起波長が大体570nmより長くなると、フォトルミネセンスはカットオフされる。図9のグラフにおいて尾を引いた残りの部分は、励起光源からの散乱光に起因するものである。励起光源が400nmから500nmの間の波長を有しているときに、最大のフォトルミネセンスが観察されることが分かる。この特性が、適した照明源を選択するのに役立つ。図9の装置におけるフォトルミネセンスの閾値である570nmは、フォトルミネセント材料内にまだ励起子を生成できるだけの最低限の光子エネルギーに対応している。したがって、周囲光やバックグラウンド光によって誘発されるフォトルミネセンスを防ぐことが望ましいような装置においては、該装置の正面に配置された570nmより上の波長を遮断するフィルタが、周囲光による誘導フォトルミネセンスを低減し、その一方で570nmより長い波長のフォトルミネセンス放射は依然通過させるようにする。これは、図5aに示されたタイプの装置においては有用である。

10

【0126】

図10は、フォトルミネセンス消光をつかさどると考えられる理論的なメカニズムを表している。入射する照明光は、ポリマー、フォトルミネセントポリマー混合物(F8BT)のうちの一つに $\pi-\pi^*$ 遷移を引き起こし、励起子(束縛されたホール-電子対)を生成する。この励起子は、励起子結合エネルギー E_b より大きな熱エネルギーによって解離されることがある。電場内では、励起子を解離するのに必要なエネルギーは、ほぼ $E_b - Xed$ (Xは電界、eは電子の電荷、dはホールと電子が完全に解離されるために引き離されなければならない距離)まで引き下げられる。

20

【0127】

図10を再び参照すると、この図は、真空エネルギー準位1000、TFBとF8BTのそれぞれに対する最低空分子軌道(the lowest unoccupied molecular orbital; LUMO)エネルギー準位1002および1004を示す。また、図10は、TFBとF8BTのそれぞれに対する最高被占分子軌道(the highest occupied molecular orbital; HOMO)エネルギー準位1006および1008を示す。簡単な図では、もしTFBポリマーのHOMOへと移されたホールによって得られたエネルギー(0.56eV)がF8BTポリマーにおける励起子の結合エネルギーを上回っていれば、F8BTポリマーにおける励起子は解離することになる。同様に、F8BTポリマーのLUMOに電子を移動させることにより得られたエネルギーが、TFBポリマーにおける励起子の結合エネルギーを上回れば、TFBポリマーで構成された励起子は解離することになる。次のことが考えられる。逆バイアスの電場を加えることで、F8BTにおける励起子及びFBTにおける励起子を解離するのに必要なエネルギーが低減され、そのため、このホール/電子移動プロセスが促進される。つまり、この移動プロセスに必要なエネルギーがより少なくなり、故に、所定の温度で、このプロセスがより起こりやすくなるのである。解離は、放射再結合より速く起こらなければならない。測定により、評価された結合エネルギーの減少分が、TFBならびにF8BTポリマー鎖間の隔たりに大体等しい距離だけホール-電子対を分離するのに要するエネルギーと整合性のとれるものであることが確認された。

30

【0128】

無論、当業者であれば、他の多くの有効な代替例を想到するであろうし、また、本発明が上述された実施形態に制限されず、請求項の観点と思想内で当業者にとって自明な変形例を網羅することは言うまでもない。

40

【図面の簡単な説明】

【0129】

【図1a】フォトルミネセンス消光装置の構造を示す図である。

【図1b】フォトルミネセンス消光装置の構造を示す図である。

【図2a】フォトルミネセンスの消光を表すフォトルミネセント材料のスペクトルを示す図である。

【図2b】フォトルミネセンスの消光を表すフォトルミネセント材料のスペクトルを示す

50

図である。

【図 3 a】反射型カソード装置からのフォトルミネセンスを概略的に表す図である。

【図 3 b】透過型カソード装置からのフォトルミネセンスを概略的に表す図である。

【図 4 a】フォトルミネセンス消光装置のための照明の配置を示す図である。

【図 4 b】フォトルミネセンス消光装置のための照明の配置を示す図である。

【図 4 c】フォトルミネセンス消光装置のための光学的微細構造を示す図である。

【図 5 a】フォトルミネセンス消光装置の照明を導波するための照明の配置を示す断面図である。

【図 5 b】フォトルミネセンス消光装置の照明を導波するための照明の配置を示す上面図である。

【図 5 c】フォトルミネセンス層内における導波を詳細に示す図である。

【図 6 a】ピクセル化されたフォトルミネセンス消光ディスプレイを示す図である。

【図 6 b】ピクセル化されたカラーフォトルミネセンス消光ディスプレイとディスプレイ・ドライバを示す図である。

【図 6 c】フォトルミネセンス消光ディスプレイを駆動するためのパルス幅変調波形を示す図である。

【図 6 d】アクティブマトリクス・ピクセル・ドライバ回路を示す図である。

【図 7】フォトルミネセンス消光の特性を見るための実験装置を示す図である。

【図 8 a】一つの装置に関して図 7 の装置を用いて測定されたフォトルミネセンス消光信号を示す図である。

【図 8 b】一つの装置に関して図 7 の装置を用いて測定されたフォトルミネセンス消光信号を示す図である。

【図 9】図 8 a の装置における照明波長の関数としてのフォトルミネセンスの強度を示す図である。

【図 10】フォトルミネセンス消光に関する考えられる理論的な仕組みを示す図である。

【符号の説明】

【0130】

100・・・フォトルミネセンス消光装置

102・・・ガラス基板

104・・・アノード層

106・・・フォトルミネセント材料層

108・・・カソード層

112・・・接続ワイヤ

116・・・接続ワイヤ

125、128・・・正孔輸送層

118・・・照明光（照明）

302・・・照明

304・・・エキシトン

310・・・反射型のカソード層

322・・・透明なカソード層

324・・・光吸収層

400・・・ディスプレイ装置

402・・・バックライト

420・・・光学的構造

422・・・レンズ

500・・・フォトルミネセンス消光装置

501・・・照明手段

600・・・ピクセル化されたディスプレイ構造

602・・・ディスプレイ素子

612・・・カラーディスプレイ

10

20

30

40

50

- 614・・・ディスプレイドライバ回路
- 616・・・電源
- 624・・・ディスプレイ信号入力

【図1a】

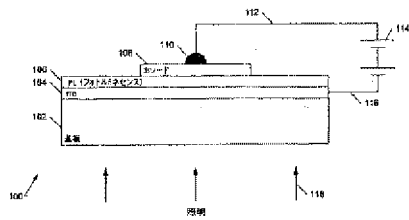


Figure 1a

【図1b】

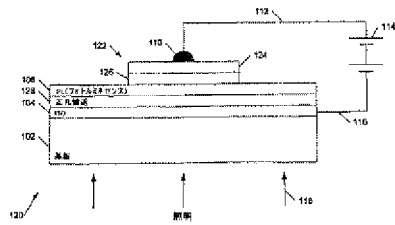


Figure 1b

【図2a】

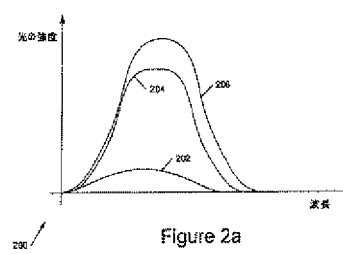


Figure 2a

【図2b】

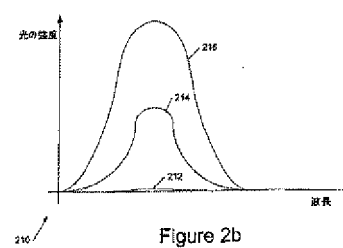


Figure 2b

【図 3 a】

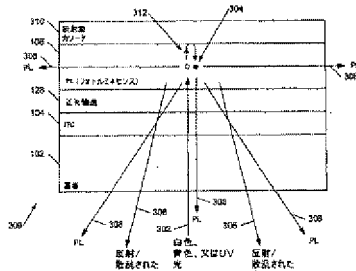


Figure 3a

【図 3 b】

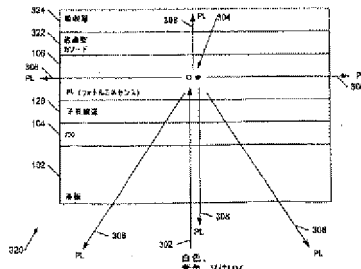


Figure 3b

【図 4 a】

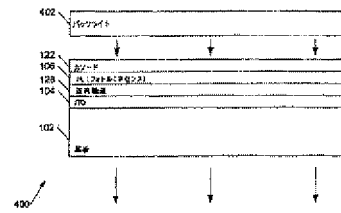


Figure 4a

【図 4 b】

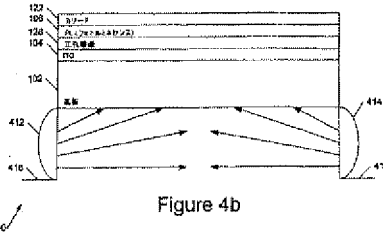


Figure 4b

【図 5 a】

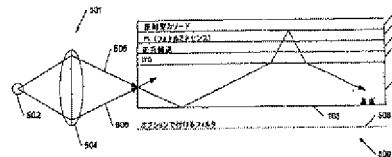


Figure 5a

【図 5 c】

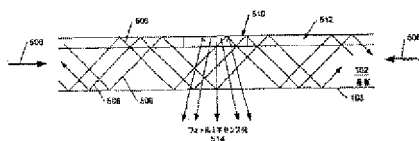


Figure 5c

【図 6 c】

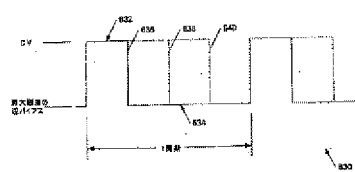


Figure 6c

【図 6 a】

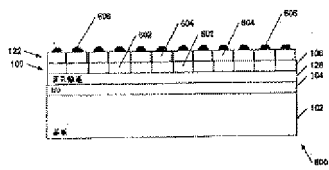


Figure 6a

【図 6 b】

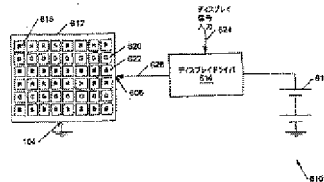


Figure 6b

【図 7】

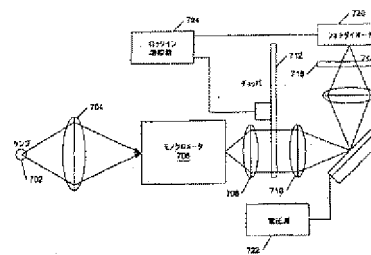


Figure 7

【図 8 a】

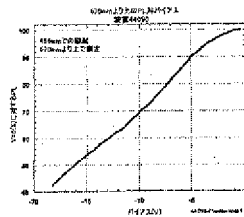


Figure 8a

【図 9】

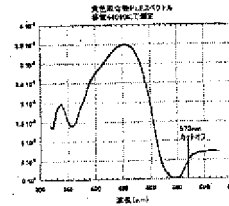


Figure 9

【図 8 b】

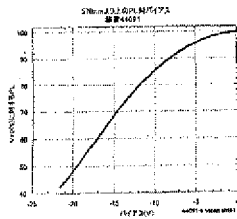


Figure 8b

【図 10】

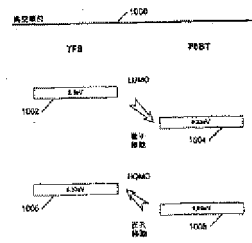


Figure 10